

Aqua-Riba

GUÍA PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA EN ÁREAS URBANAS

APLICACIÓN A LA REHABILITACIÓN DE BARRIADAS EN ANDALUCÍA

JUNTA DE ANDALUCIA

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Unión Europea

Fondo Europeo
de Desarrollo Regional
"Una manera de hacer Europa"

Aqua-Riba

GUÍA PARA LA INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA EN ÁREAS URBANAS

APLICACIÓN A LA REHABILITACIÓN
DE BARRIADAS EN ANDALUCÍA

EQUIPO REDACTOR

Director: Leandro del Moral Ituarte (Grupo GIEST) [a]
Coordinadora: Ángela Lara García (Grupo GIEST) [a]
Lucía Otero Monrosi (Grupo GIEST) [a]
Jaime Navarro Casas (TEP 130) [b]
Ana Prieto Thomas (TEP 130) [b]
Julián Lebrato Martínez (Grupo TAR) [c]
Laura Pozo Morales (Grupo TAR) [c]
Manuel López Peña (Ingeniero Industrial)
Jaime Morell Sastre (AEOPAS) [d]
Ana Jiménez Talavera (ECOTONO) [e]
Antonio Moreno Mejías (CRAC) [f]
Luis Navarro (TARACEAS) [g]

a) Grupo de investigación Estructuras y Sistemas Territoriales (Universidad de Sevilla y Universidad Pablo de Olavide).
b) Grupo de investigación Arquitectura, Patrimonio y Sostenibilidad: Acústica, Iluminación, Óptica y Energía (Universidad de Sevilla).
c) Grupo Tratamiento Aguas Residuales (Universidad de Sevilla).
d) Asociación Española de Operadores Públicos de Abastecimiento y Saneamiento.
e) Ecotono Sociedad Cooperativa Andaluza.
f) Colectivo de Educación para la Participación.
g) Taraceas Sociedad Cooperativa Andaluza.

Ricardo Barquín Molero: diseño y maquetación.
Arturo Labat Sosa: gestión administrativa.

Este trabajo es resultado del proyecto:
Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo Urbano del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía (Aqua-Riba), *del* ***Programa Operativo FEDER-UE de Andalucía 2007-2013. Expediente: G-GI3001/IDIN.***

Director facultativo:
Juan Manuel García Blanco.
Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía.

Gerentes:
Ana Diez Contreras y **Mª Isabel Fiestas Carpena**.
Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía.

Enlace.

AGRADECIMIENTOS

The authors would like to thank the FEDER of European Union for financial support via project We also thanks all Agency of Public Works of Andalusian Regional Government staff and researchers for their dedication and professionalism.

Los autores desean agradecer el apoyo financiero de los fondos FEDER de la Unión Europea al proyecto “Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo Urbano del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía (Aqua-Riba)”.

Los autores agradecen así mismo por su dedicación y profesionalidad a:

- Personal de la Agencia de Obras Públicas y de la Consejería de Fomento de la Junta de Andalucía.
- Vecinos/as, comerciantes, profesionales y Asociación de Vecinos Félix Rodríguez de la Fuente del Barrio de Las Huertas (Sevilla).
- Responsables y técnicas de la Agencia de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía (AVRA, Gerencia de Sevilla).
- Comunidad educativa y Asociación de Madres y Padres de Alumnos del Colegio Baltasar de Alcázar (Sevilla).
- Investigadoras/es de la Universidad de Sevilla: María C. Villarín Clavería, Mónica Alba, Violeta Cabello, Enrique Figueroa, Natalia Limones, Miguel Toro.
- Administrador de Fincas del Barrio de las Huertas: Javier Carmona.
- Department of Water Resources and Environmental Engineering, School of Civil Engineering, National Technical University of Athens: Christos Makropoulos y Evangelos Rozo.
- Santiago Barber.

Fotografías: Leandro del Moral, Mariano Agudo, Sibarkia & Mazetas.

Sevilla, septiembre de 2015.

ÍNDICE

CAPÍTULO 1.
PRESENTACIÓN DE LA GUÍA

1.1. **¿Qué es lo que hay que mejorar en la gestión del ciclo urbano del agua en Andalucía?** 16
1.2. **Punto de partida: el proyecto Aqua-Riba (2013-2015).** 17
1.3. **¿Cuál es el objetivo fundamental y la singularidad de esta Guía?** 18
1.4. **"¿A quiénes pretende esta Guía ser útil?"** 18
1.5. **Estructura y contenidos de la Guía.** 19

CAPÍTULO 2.
SOSTENIBILIDAD Y GESTIÓN DEL CICLO URBANO DEL AGUA. EL CASO ANDALUZ

Introducción. 22
2.1. **Gestión del ciclo urbano del agua en Andalucía: situación actual y retos.** 23
2.1.1. Prioridad de los abastecimientos urbanos de agua. 23
2.1.2. Requerimientos de calidad y garantía. 24
2.1.3. Demandas, dotaciones y eficiencia. 25
2.1.4. El saneamiento urbano en Andalucía. 26
2.1.5. Costes, precios, estructura tarifaria, responsabilidad y equidad. 28
2.1.6. Agua y procesos de urbanización. 29
2.1.7. Competencias, responsabilidades administrativas y modelos de gestión. 30
2.1.8. Políticas de uso eficiente del agua en Andalucía. 31
2.2. **El enfoque eco-integrador y participativo del ciclo urbano del agua (CUA).** 32
2.2.1. Persistencia de los problemas del modelo convencional de gestión. 32
2.2.2. Las propuestas de la gestión eco-integradora y participativa del CUA. 33
2.2.3 Los resultados de la gestión eco-integradora y participativa del CUA. 37
2.2.4 Condiciones institucionales necesarias para la implementación de la gestión eco-integradora del CUA. 38
2.2.5. Evaluación y seguimiento de las medidas. Indicadores. 39
Fuentes de información. 40

CAPÍTULO 3.
PROPUESTA METODOLÓGICA

Introducción. 42
Fases del proceso de intervención. 44
Fase 0. Equipo de trabajo. 44
Fase 1: Análisis del contexto. 44
Fase 2: Definición de objetivos e indicadores. 47
Fase 3: Estrategias de intervención. 48
Fase 4. Implementación de las medidas. 51
Fase 5. Gestión, seguimiento y evaluación. 52
Fuentes de información. 54

CAPÍTULO 4.
INCORPORACIÓN DE LOS AGENTES SOCIALES

Introducción. 56
4.1. **Marco de participación.** 57
4.1.1. Informar. 57
4.1.2. Involucrar en el diagnóstico. 58
4.1.3. Definir criterios. 58
4.1.4. Decidir. Participación de los diferentes agentes en la toma de decisiones. 59
4.1.5. Gestionar. 59
4.2. **Caracterización de agentes y su relación con el territorio.** 60
4.3. **Definición y desarrollo de estrategias y herramientas para el trabajo con los agentes sociales.** 62
4.4. **Devolución y construcción de conclusiones.** 64
Fuentes de información. 65

CAPÍTULO 5.
ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN

5.1. **Abastecimiento.** 68
5.1.1. Situación actual y nuevo modelo de gestión. 68
5.1.2. Normativa específica de aplicación. 69
5.1.3. Estrategias de intervención. 70
• Medidas no estructurales:
MNE 1. Medidas económicas y normativas.
MNE 2. Medidas sociales y educativas.
• Medidas estructurales:
ME 1. Dispositivos de ahorro de agua.
ME 2. Gestión activa de fugas.
ME 3. Utilización de recursos hídricos alternativos.
ME 4. Jardinería hidroeficiente.
Fuentes de información. 84

5.2. Agua y energía. 87
5.2.1. Situación actual y nuevo modelo de gestión. 87
5.2.2. Normativa específica de aplicación. 90
5.2.3. Estrategias de intervención. 92
• Medidas no estructurales:
MNE 1. Diseño de campañas de concienciación ciudadana.
• Medidas estructurales:
ME 1. Agua caliente sanitaria solar térmica.
ME 2. Optimización grupos de presión.
Fuentes de información. 97

5.3. **Aguas pluviales.** 99
5.3.1. Situación actual y nuevo modelo de gestión. 99
5.3.2. Normativa de específica de aplicación 100
5.3.3. Estrategias de intervención. 101
• Medidas no estructurales:
MNE 1. Planeamiento y diseño urbano.
MNE 2. Mantenimiento del viario.
MNE 3. Concienciación ciudadana.
• Medidas estructurales:
ME 1. Sistemas urbanos de drenaje sostenible.
Fuentes de información. 110

5.4. **Aguas residuales.** 112
5.4.1. Situación actual y nuevo modelo de gestión. 112
5.4.2. Normativa específica de aplicación. 113
5.4.3. Estrategias de intervención. 114
• Medidas no estructurales:
MNE 1. Planeamiento y diseño urbano.
MNE 2. Mantenimiento de barrios y comunidades.
MNE 3. Concienciación ciudadana.
• Medidas estructurales:
ME 1. Sistemas separativos.
ME 2. Sistemas compactos de depuración.
ME 3. Pretratamientos de aguas residuales.
ME 4. Tratamientos primarios.
ME 5. Tratamientos secundarios.
ME 6. Tratamientos terciarios.
Fuentes de información. 124

CAPÍTULO 6. SISTEMAS DE APOYO A LA TOMA DE DECISIÓN (SAD)

Introducción. 128
6.1. **Definición de los sistemas de apoyo a la toma de decisiones (SAD).** 129
6.2. **Modelado con sistemas de apoyo a la decisión.** 129
6.3. **Ejemplos de sistemas de apoyo a la decisión.** 130
- UWOT. Urban Water Optioneering Tool.
- NAIADE. Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments.
Fuentes de información. 135

GLOSARIO 137

ANEXOS

A.1. **Caracterización territorial de Andalucía para la gestión del ciclo hidrológico. Fuentes de información.** 149
A.1.1. Características ecológicas (eco-regiones).
A.1.2. El relieve de Andalucía.
A.1.3. El clima y la vegetación de Andalucía: La mediterraneidad.
A.1.4. Recursos hídricos andaluces.

A.2. **Marco socio-institucional del ciclo urbano del agua en Andalucía.** 189
A.2.1. Introducción: definiciones, conceptos y objetivos.
A.2.2. Escala universal derecho humano al agua.
A.2.3. Escala de la Unión Europea.
A.2.4. Escala estatal.
A.2.5. Cuencas (demarcaciones) hidrográficas.
A.2.6. Agua y planeamiento urbanístico.
A.2.7. Escala autonómica.
A.2.8. Escala local/municipal.

A.3. **Recursos para el diseño de proyectos.** 219
A.3.1. **Programas y proyectos de investigación (PPI).** 219
- PPI-01/IHP: International hidrologic programme (Programa internacional de hidrología).
- PPI-02/EU-WATER: European commission water policies (Políticas de agua de la Comisión Europea).
- PPI-03/MELIA: Mediterranean dialogue on integrated water management (Diálogo mediterráneo en gestión integral del agua).
- PPI-04/NOVIWAM: Novel integrated water management system (Nuevos sistemas integrales de gestión del agua).
- PPI-05/SWAN: Sustainable water in action (Acción para el agua sostenible).
- PPI-06/ECOCITY: Manual para el diseño de ecociudades en Europa
- PPI-07/IWA: Cities for the future programme (Programa ciudades para el futuro).
- PPI-08/WAND: Water cycle management of new developments (Gestión del ciclo del agua de nuevos desarrollos
- PPI-09/SWITCH: Managing water for the city of the future (Gestión del agua para la ciudad del futuro).
- PPI-10/TRUST: Transition to the urban water services of the future (Transición a los servicios urbanos de agua del futuro).
- PPI-11/SANITAS: Sustainable and integrated urban water system (Sistemas urbanos de agua, integrales y sostenibles).
- PPI-12/AQUAENVEC: Evaluación y mejora de la eco-eficiencia del ciclo urbano del agua (LCC,LCA)
- PPI-13/WIZ: Waterize spatial planing (Planificación espacial para el agua).
- PPI-14/DAY WATER: Day- water project.
- PPI-15/PREPARED: Prepared enabling change (Preparados para permitir el cambio).

- PPI-16/AQUAVAL: Gestión eficiente de agua de lluvia en entornos urbanos.
- PPI-17/NAWATECH: Natural water systems and treatment technologies to cope with water shortages in urbanized areas in India (Sistemas acuáticos naturales y tecnologías de tratamiento para afrontar la escasez de agua en áreas urbanizadas en India.

A.3.2. **Sistemas de apoyo a la toma de decisiones (SAD).** 255
- SAD-01/CWIS: City water information system (Sistema de información del agua en la ciudad).
- SAD-02/UWOT: Urban water optioneering tool (Herramienta de estudio de opciones del agua urbana).
- SAD-03/AQUA CYCLE: Modelización del ciclo urbano del agua
- SAD-04/UD: Urban developer (Desarrollo urbano).
- SAD-05/GISWATER: Giswater (SIG-Agua).
- SAD-06/COFAS: Evaluación multicriterio
- SAD-07/SIGMA: Sigma-sistema de indicadores IWA
- SAD-08/NAIADE: Novel approach to imprecise assessment and decision environments (Nuevos enfoques para la evaluación imprecisa y entornos de decisión).
- SAD-09/EPA NET: Hydraulic network analysis (Análisis de redes de agua).
- SAD-10/EPA SWMM: Stormwater management model (Modelo de gestión de pluviales).
- SAD-11/HYDROPOLIS: Adaptative decision support system (Sistema adaptativo de apoyo a la toma de decisiones).
- SAD-12/SWMT: Storm water management (Gestión agua de tormenta).
- SAD-13/MUSIC: Music v5.1.
- SAD-14/SENATWAT: Selection tool for natural wastewater treatment systems (Herramienta de selección de sistemas de tratamiento naturalizado de aguas residuales).

A.4. **Nuevas tecnologías.** 275

A.4.1. **Abastecimiento (AB)** 275
- AB-01: Dispositivos de bajo consumo para grifos y rociadores.
- AB-02: Griferías hidroeficientes.
- AB-03: Inodoros y urinarios hidroeficientes.
- AB-04: Electrodomésticos de bajo consumo hídrico.
- AB-05: Galerías de servicios.
- AB-06: Sistemas de detección de fugas.
- AB-07: Individualización de contadores en los edificios.
- AB-08: Almacenamiento y recuperación de acuíferos (ARA).
- AB-09: Xerojardinería.
- AB-10: Sistemas de riego hidroeficientes.

A.4.2. **Agua y energía (AE)** 329
- AE-01: Agua caliente sanitaria termosolar.
- AE-02: Optimización de la presión de suministro.

A.4.3. **Pluviales (AP)** 337
- AP-01: Captación y almacenamiento de pluviales.
- AP-02: Cubierta vegetada.
- AP-03: Superficies permeables.
- AP-04: Pozos de infiltración.
- AP-05: Zanjas de infiltración.
- AP-06: Drenes filtrantes o franceses.
- AP-07: Franjas filtrantes.
- AP-08: Cunetas verdes.
- AP-09: Jardines de infiltración.
- AP-10: Depósitos de infiltración.
- AP-11: Depósitos de detención.
- AP-12: Estanques de retención.
- AP-13: Humedales artificiales.

A.4.4. **Residuales (AR).** 401
- AR-01: Inodoro seco.
- AR-02: Biojardineras.
- AR-03: Canal de saneamiento aireado.
- AR-04: Sistemas compactos.
- AR-05: Arqueta de pretratamiento.
- AR-06: Desbaste.
- AR-07: Desarenado.
- AR-08: Desengrasado.
- AR-09: Fosa séptica.
- AR-10: Tanque Imhoff.
- AR-11: Fosa anaerobia de alta velocidad.
- AR-12: Lagunaje.
- AR-13: Humedales artificiales de aguas residuales urbanas.
- AR-14: Sistema de drenes de aireación forzada.
- AR-15: Lechos de turba.
- AR-16: Lechos bacterianos.
- AR-17: Filtros verdes (suelo).
- AR-18: Infiltración rápida (suelo).
- AR-19: Escalera de oxigenación.
- AR-20: Filtros de arena.
- AR-21: Reactor Baccou.

A.5. **Ejemplos de buenas prácticas (BP).** 477

A.5.1 **Proyectos integrales (BP/INT).**
- BP/INT- 1: Artheton Garden Melbourne.
- BP/INT- 2: Beddington Zero Energy Development (BedZED).
- BP/INT- 3: Ekostaden Augustenborg de la Ciudad de Malmö.
- BP/INT- 4: Ecociudad de Sarriguren.
- BP/INT- 5: Ecobarrio de Trinitat Nova: Propuesta sostenibilidad urbana.

A.5.2 **Proyectos sectoriales (BP/SEC).**

- BP/SEC- 1: The Switch Drainage & Sanitation Improvement Project.
- BP/SEC- 2: Plan Municipal de Gestión de la Demanda de Agua en Madrid.
- BP/SEC- 3: Depuración Simbiótica de Aguas Residuales - Univ. de Murcia.
- BP/SEC- 4: San Francisco Public Utilities Commission.
- BP/SEC- 5: Plan Futura. La Gestión Eficiente del Agua (Vitoria).
- BP/SEC- 6: ZINNAE. Clúster urbano para el uso eficiente del agua.

A.6. **Aplicación al caso de estudio: barrio de Las Huertas (Sevilla).** 517

Introducción.

A.6.1. Análisis de las características urbano-territoriales (mayo - junio 2014).

A.6.2. Cuestionario a vecinos: propietarios e inquilinos (mayo-junio 2014).

A.6.3. Análisis socio-estadístico de cuestionario a usuarios (julio 2014).

A.6.4. Dimensión de participación social activa. Informe de las fases I y II (julio 2014).

A.6.5. Ajustes técnicos y análisis de viabilidad de propuestas de intervención (marzo 2015).

A.6.6. Síntesis de las propuestas técnicas de intervención (marzo 2015).

A.6.7. Dimensión de participación social activa. Informe de la fase III. Devolución a los diferentes agentes implicados (marzo 2015).

A.6.8. Escenarios: integración de propuestas de intervención (marzo 2015).

1
PRESENTACIÓN DE LA GUÍA



1. ¿QUÉ ES LO QUE HAY QUE MEJORAR EN LA GESTIÓN DEL CICLO URBANO DEL AGUA EN ANDALUCÍA?

Durante las últimas décadas los abastecimientos urbanos de agua en Andalucía han progresado de manera importante. Si nos referimos al saneamiento y la depuración, los avances han sido todavía más notables, aunque los desfases respecto de las obligaciones establecidas por la normativa sean también más evidentes. Mucho se ha hecho, pues, pero mucho queda por hacer: trabajando con los recursos técnicos, humanos, económicos y sociales acumulados, la gestión del ciclo urbano del agua se plantea hoy objetivos más ambiciosos y acordes con los retos que la Comunidad Autónoma afronta: creciente presión sobre los recursos, mayores demandas de calidad, incremento de la garantía, la eficiencia y la equidad, deterioro de infraestructuras obsoletas, aumento de los costes del servicio, crisis energética y cambio climático.

Esto es lo que esta Guía quiere decir cuando apuesta por un uso riguroso del concepto de **sostenibilidad**, más allá de la habitual instrumentalización cosmética del término: es posible y necesario avanzar hacia un modelo de gestión eco-integradora y participativa del agua que haga frente más eficazmente a los retos de salud pública, seguridad, economía, cohesión social y medio ambiente que la gestión del agua implica.

La gestión eco-integradora y adaptativa del ciclo urbano del agua, o sencillamente, la **gestión sostenible del agua urbana**, reformula la relación de la ciudad con el agua y otros recursos: considera el conjunto del ciclo hidrológico (precipitación, evapotranspiración, escorrentías, aguas superficiales y subterráneas); contextualiza las aguas urbanas en los sistemas naturales (cuencas de drenaje) e institucionales (marcos normativos formales e informales) en los que se insertan; incorpora criterios referidos a eficiencia económica (análisis de los ciclos de vida) y cohesión social. La originalidad del enfoque del eco-integrador y participativo consiste en insertar sus propuestas en la evaluación general del ciclo urbano del agua, incluyendo todos los elementos que forman parte del *agua en la ciudad*: abastecimiento, saneamiento, depuración, pluviales, red hidrográfica sobre la que se asienta la ciudad, drenaje, escorrentías, aguas regeneradas, procesos de recirculación aguas grises, aguas subterráneas, precios, estructuras tarifarias, paisajes y espacios libres vinculados al agua. A lo que añade la incorporación activa de los agentes sociales implicados, en un proceso participativo de diagnóstico, identificación de objetivos, criterios de evaluación e indicadores y toma de decisiones.

La gestión del ciclo urbano del agua se basa aún, en muchos casos, en un enfoque convencional, con sistemas centrados en grandes inversiones, con resultados positivos a corto plazo pero carentes de sostenibilidad y flexibilidad, además de requerir un uso intensivo de energía que condiciona su viabilidad en el futuro. Los impactos sobre los ecosistemas acuáticos de los que dependemos (alteración de regímenes fluviales, depresión de acuíferos y deterioro de calidad) son algunos de los efectos que este modelo ocasiona.

Frente a este enfoque, la Directiva 2000/60/CE, más conocida como Directiva Marco del Agua (DMA), se ha constituido en un instigador del cambio. El objetivo de la DMA es salvaguardar las masas de agua superficiales, subterráneas, costeras y de transición,

manteniendo o restaurando en todas ellas el *buen estado ecológico*. Para ello, la DMA adopta como idea nuclear el concepto de integración, que supone la incorporación de distintas disciplinas, enfoques y experiencias en los distintos niveles de decisión y la coordinación entre administraciones. Con la entrada en vigor de la DMA, el modelo de gestión, al menos conceptualmente, ha sido revisado según criterios de sostenibilidad, obligando a la búsqueda de medidas alternativas que eviten la continuación de los enfoques convencionales centrados en la presión sobre los ecosistemas.

También las nuevas tecnologías del agua suponen una ayuda fundamental para caminar en esta dirección, priorizando las inversiones destinadas a reducir la demanda e integrarla con la oferta. En combinación con la protección de los recursos, las técnicas naturales de tratamiento de agua y el uso de recursos alternativos, las nuevas alternativas tecnológicas facilitan la protección y mejora de los recursos de agua, la reducción del costo de los servicios y el consumo de energía, el control de inundaciones y la mejora del tratamiento de las aguas residuales.

2. PUNTO DE PARTIDA: EL PROYECTO AQUA-RIBA (2013-2015)

Esta Guía es el resultado del proyecto de investigación *Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo Urbano del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía* (AquaRiba), proyecto de I+D+i relativo al ámbito competencial de la Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía.

La investigación ha contado con un equipo multidisciplinar (arquitectos, ingenieros, sociólogos, ecólogos y geógrafos) y comenzó con una revisión en profundidad de las últimas aportaciones en relación a tres aspectos clave de los procesos de planificación urbana:

- La *sostenibilidad urbana*, analizando las propuestas metodológicas de los trabajos de investigación más destacados. Entre ellos, el proyecto europeo Eco-City, que aborda la intervención en la ciudad desde la integración de aspectos referidos a la estructura urbana, los flujos metabólicos, los ecosistemas urbanos y el contexto socio-económico y cultural.
- La *planificación estratégica para la gestión integral del ciclo urbano del agua*, materia en la que destacan tres proyectos europeos liderados por un potente núcleo de investigadores, y desarrollados consecutivamente: los proyectos WaND (*Water for New Developments*), SWITCH (*Sustainable Water Management Improves Tomorrow's Cities' Health*) y TRUST (*Transitions to the Urban Water Services of Tomorrow*).
- La *rehabilitación de barriadas desde la perspectiva de la sostenibilidad y la participación*, terreno en el que destacamos como propuestas de especial interés el proyecto de investigación *rEactúa. Metodología para la rehabilitación energética de bloques de viviendas* (Lapanadería, 2010)y los proyectos de rehabilitación de las barriadas de Trinitat Nova (Barcelona), que asigna un papel central al agua desde un enfoque general de la sostenibilidad urbana, y, a escala internacional, el proyecto Ekostanden Augustenborg (Suecia), una experiencia con una importante componente social, centrada en la transformación del sistema de drenaje urbano tradicional desde una perspectiva eco-integradora.

Uno de los resultados del análisis exhaustivo del estado de la cuestión realizado por el proyecto Aqua-Riba ha sido la elaboración de un conjunto de 85 fichas (ver Anexo A.4), donde se sistematizan herramientas básicas para la implementación de actuaciones (conclusiones de programas y proyectos de investigación, sistemas de apoyo a la toma de decisiones y nuevas tecnologías de gestión del agua). Por otra parte, la identificación de este marco referencial aportó los cimientos sobre los que basar la propuesta metodológica, núcleo básico de esta Guía, que ha sido testada en un detallado caso de estudio (el Barrio de Las Huertas, en Sevilla). Enlace al Anexo A.6.

3. ¿CUÁL ES EL OBJETIVO FUNDAMENTAL Y LA SINGULARIDAD DE ESTA GUÍA?

Como se desprende de todo lo anterior, el **objetivo principal** de esta Guía es proporcionar una herramienta para la integración de un conjunto de estrategias prácticas y operativas en los **procesos de intervención urbana**, destinadas a mejorar la gestión del ciclo urbano del agua en las barriadas andaluzas. Esta Guía se ocupa del **ciclo urbano del agua en su conjunto**, incorporando todos aquellos aspectos referidos al mismo, sin especializarse específicamente en ninguno de ellos, aunque aportando la información necesaria para profundizar en cada uno, según las diferentes necesidades de los usuarios de la misma.

Esta Guía no es una compilación de soluciones simples para problemas concretos de gestión. Su contenido pretende ayudar al usuario a reformular la relación de la ciudad con el agua y con otros recursos (fundamentalmente suelo y energía) y redefinir las maneras en las que estas relaciones se pueden enfocar. La propuesta surge desde la vocación de incorporar la gestión del ciclo del agua como elemento del proyecto urbano de conjunto.

4. ¿A QUIÉNES PRETENDE ESTA GUÍA SER ÚTIL?

Esta Guía se concibe como herramienta para su uso por parte de los **responsables y agentes activos de los procesos de intervención urbana**, entre los que se encuentran los responsables político-administrativos, los técnicos y las empresas de gestión, así como los agentes sociales (asociaciones y comunidades de vecinos y otros colectivos sociales), a cuya formación como los actores capacitados en la gestión sostenible de su hábitat se quiere contribuir.

El modelo de gestión propuesto, que incorpora la expresión «participativa» en su denominación, subraya la importancia de involucrar desde el inicio al mayor número posible de actores clave del proceso. Más allá de la expresión ya convencional de esta idea, con la impulsión de procesos de participación real se generan nuevas energías -nuevos capitales sociales- y se modifican las relaciones sociales (dependencia, pasividad) existentes en la escala concreta de trabajo.

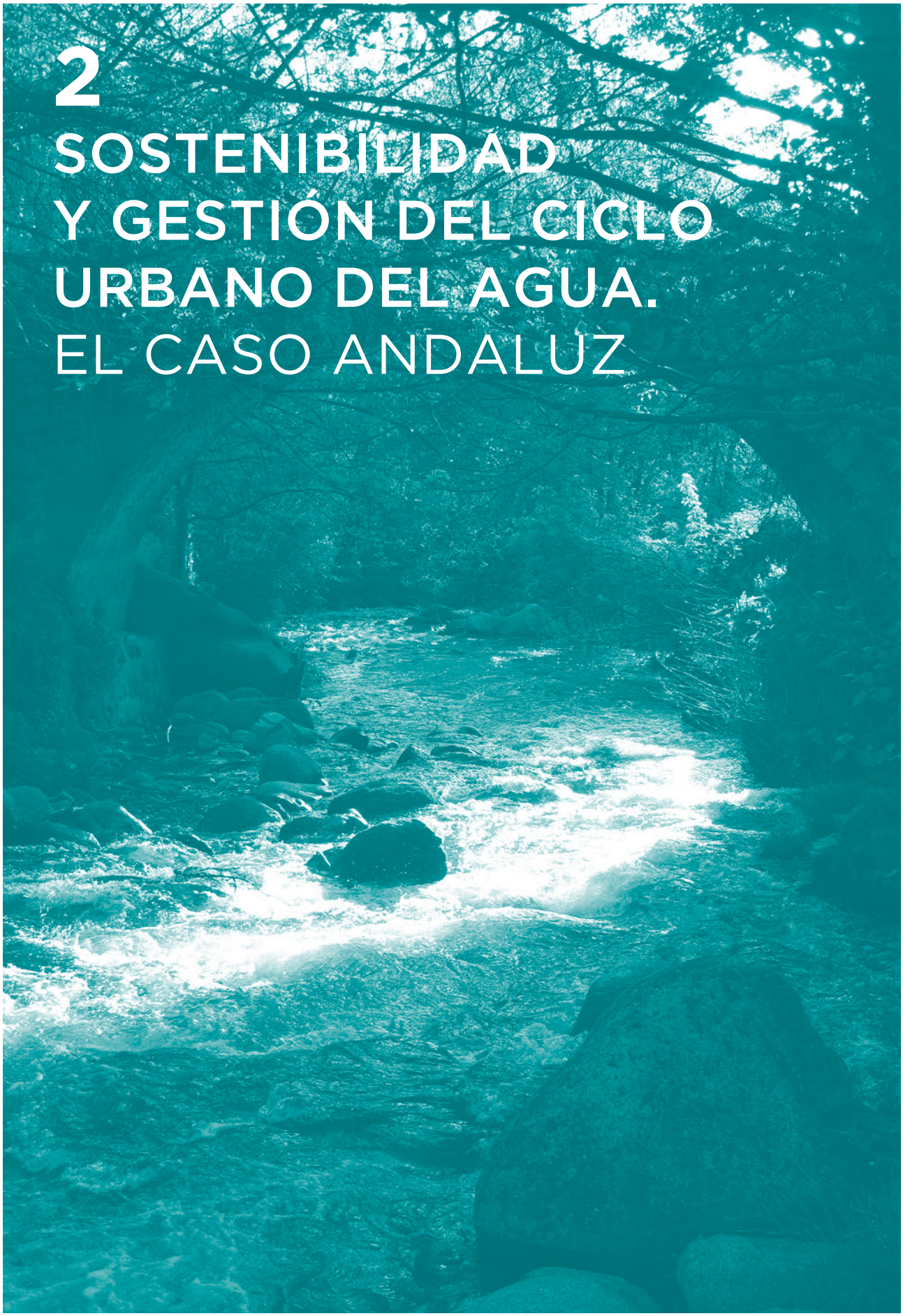
En cualquier caso, es necesario entender las intervenciones en el espacio urbano como procesos continuos, que requieren una fuerte coordinación interadministrativa, en los

que es imprescindible la evaluación iterativa, colectivamente participada, de las acciones que se van implementando, para corregir las estrategias concretas que cada ámbito de actuación necesita.

5. ESTRUCTURA Y CONTENIDOS DE LA GUÍA

Además de esta Presentación, la guía incluye 5 apartados. Uno (*Sostenibilidad y gestión del ciclo urbano del agua. El caso andaluz*) dedicado a exponer con mayor concreción la situación de la gestión del ciclo urbano del agua en Andalucía, sus principales componentes, fortalezas y debilidades. En este mismo capítulo segundo se exponen con más detalle los principios en los que se asienta el modelo alternativo de gestión propuesto, sus características y sus objetivos. En tercer lugar se presenta de manera unitaria la *Propuesta metodológica* para la implementación de las alternativas en las que se concreta la estrategia eco-integradora, muy estrechamente relacionada con el contenido del siguiente capítulo (*Incorporación de los agentes sociales*), que responde al carácter participativo de esta estrategia. Se pasa a continuación, en el capítulo 5, a exponer las *Estrategias de intervención: tecnologías y Sistemas de Ayuda a la Decisión (SADs)* referidas al abastecimiento, las relaciones agua-energía, las aguas pluviales y las aguas residuales.

La guía se acompaña de un extenso apartado de 6 anexos, que incluyen:fuentes estadísticas y cartográficas para la gestión del agua en Andalucía (Anexo A.1); completa referencia al marco institucional (Anexo A.2); revisión del estado de la investigación nacional e internacional sobre la materia y recursos para el diseño de intervenciones (Anexo A.3); un repertorio de 85 fichas tecnológicas (Anexo A.4) y otras 11 referidas a ejemplos de buenas prácticas (Anexo A.5.), en las que se sintetiza un importante volumen de información tecnológica, homogéneamente estructurada y sistematizada. Cierra este apartado de anexos la presentación detallada del caso de estudio del proyecto Aqua-Riba: el barrio de Las Huertas (Sevilla) (Anexo A.6).



2
SOSTENIBILIDAD Y GESTIÓN DEL CICLO URBANO DEL AGUA. EL CASO ANDALUZ

INTRODUCCIÓN

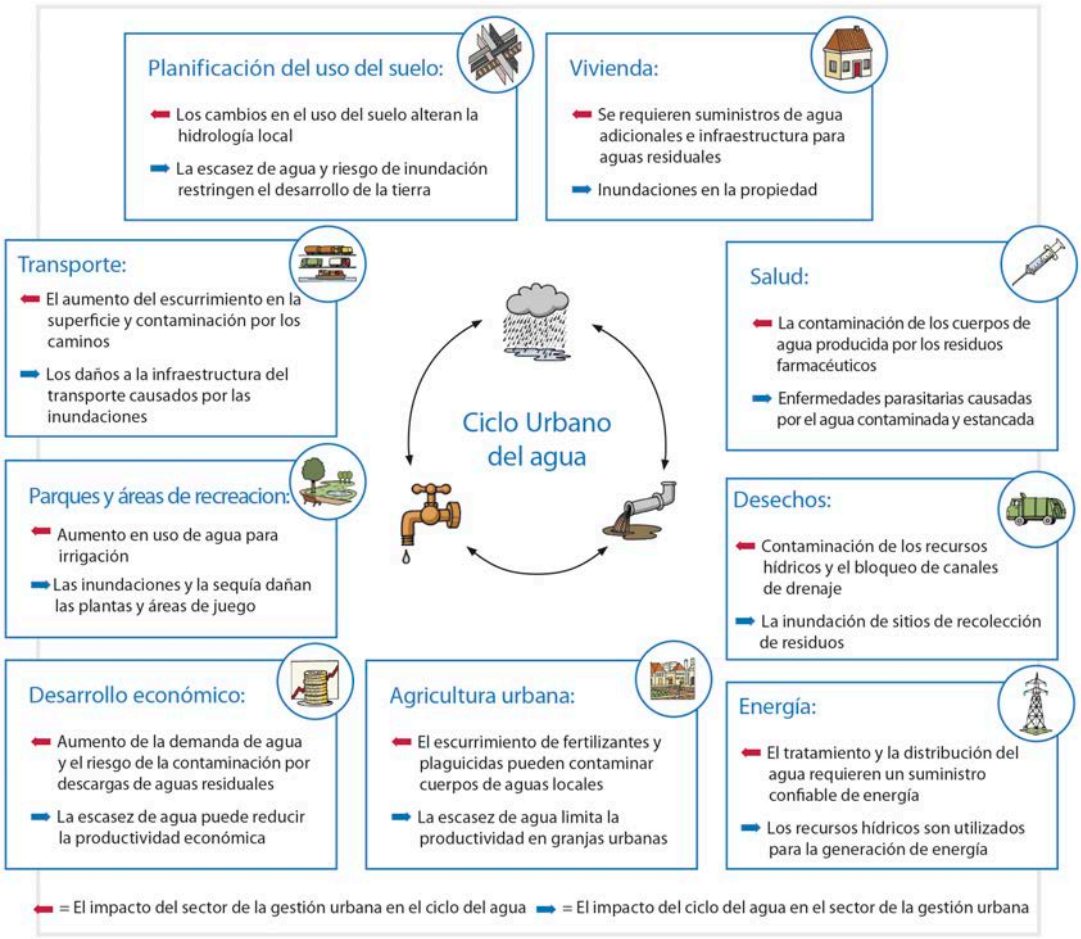
A lo largo de más de un siglo, la sociedad española y andaluza ha hecho un gran esfuerzo por llevar el agua a todos los ciudadanos. Inicialmente la prioridad fue el abastecimiento domiciliario de agua en cantidad y calidad adecuadas; luego el alcantarillado y saneamiento; más tarde la depuración de las aguas residuales. Este proceso no ha sido lineal, sino que ha estado marcado por grandes diferencias territoriales y sociales: determinadas ciudades, o barrios dentro de ellas, ya disponían del ciclo completo en buenas condiciones, cuando otros territorios o sectores sociales todavía no tenían el problema del agua de boca garantizado. En estos momentos, ya bien entrado el siglo XXI, se puede decir que Andalucía cuenta con un potente sistema de gestión del ciclo urbano del agua, con capacidad técnica, administrativa y económica para garantizar el suministro y el saneamiento básicos suficientes a toda la población de la Comunidad Autónoma.

Por lo tanto, hay que empezar señalando que contamos con un sistema de gestión avanzado, fruto de mucho esfuerzo colectivo, inversión económica y conocimiento técnico acumulados a los largo de varias generaciones. Cuando hablamos de nuevas alternativas y estrategias nos referimos a hacer frente a **nuevas demandas y retos sociales de calidad y eficiencia**, así como a **paliar y corregir los costes territoriales y ambientales**, especialmente sobre los ecosistemas acuáticos y los paisajes del agua, que lo realizado en épocas anteriores ha producido.

La **gestión eco-integradora y participativa del ciclo urbano del agua** (CUA) no es simplemente un conjunto de soluciones simples para problemas concretos de gestión. El concepto reformula la relación de la ciudad con el agua y con otros recursos (suelo, energía) y redefine las maneras en las que estas relaciones se pueden enfocar. La gestión eco-integradora del CUA no incluye solamente el suministro de agua potable, su distribución domiciliaria y su correcta evacuación – lo que ya es mucho- sino que contempla e integra todo el fenómeno agua en el espacio urbano, incluyendo las aguas de lluvia, la red hidrográfica sobre la que se asienta la ciudad, las escorrentías, las aguas regeneradas y los procesos de recirculación. La propuesta surge desde la vocación de incorporar la gestión del ciclo del agua como elemento del proyecto urbano de conjunto (vivienda, transporte, energía, espacio público, etc.) y tiene entre sus objetivos proporcionar a los agentes sociales las herramientas necesarias para su reconocimiento como actores capacitados en la gestión sostenible de su hábitat (Fig. 2.1).

El punto de partida de la nueva estrategia debe de ser reconocer con objetividad y valorar adecuadamente la situación de la que partimos. Esto es lo que justifica la presentación de los datos y factores clave de la situación actual.

Figura 2.1. Vinculación del ciclo urbano del agua con otros sectores.



Fuente: Proyecto SWITCH, 2006-2011.

2.1. GESTIÓN DEL CICLO URBANO DEL AGUA EN ANDALUCÍA: SITUACIÓN ACTUAL Y RETOS

2.1.1. PRIORIDAD DE LOS ABASTECIMIENTOS URBANOS

Por su prioridad social, legal y económica, sólo condicionada por las restricciones ambientales, en Andalucía, como en toda España, el abastecimiento a la población es el sector, el uso, prioritario del conjunto del sistema de gestión del agua. El abastecimiento urbano de agua tiene como componente básico los usos domésticos: aquellos "en los que el agua se utiliza exclusivamente para atender las necesidades primarias de la vida", de acuerdo con el Reglamento del suministro domiciliario de agua en Andalucía (Decreto 120/1991, de la Consejería de Presidencia de la Junta de Andalucía). A estos se añaden la provisión a servicios públicos locales e institucionales y el servicio de agua para actividades económicas que se encuentran conectadas a la red de suministro. También forman parte de la demanda urbana el baldeo de calles y el riego de parques y jardines, que en ocasiones emplean recursos distribuidos por las redes urbanas.

Si se entra en una escala de análisis de detalle, se pueden detectar numerosos casos de falta de garantía (fallos en el sistema), déficits de infraestructuras o de gestión que afectan a pequeñas y medianas poblaciones y ocasionalmente a grandes aglomeraciones. Por otra parte, los problemas de calidad de las fuentes de recursos se están agravando a consecuencia de la intensificación de los usos agro-pecuarios, turístico-residenciales e industriales del territorio, así como por la proliferación de nuevos procesos de contaminación emergente. Sin embargo, el dato fundamental es que con el 10-15% de la totalidad de los recursos disponibles en las cuencas hidrográficas andaluzas, se cubren las necesidades del abastecimiento doméstico y el resto de usos conectados a las redes de suministro urbano de toda la Comunidad. La población -con la excepción de determinadas bolsas de exclusión y pobreza hídrica que preocupan de una manera creciente- cuenta con un servicio regular a domicilio de en torno a 120 litros de agua por persona al día y, en bastantes ocasiones, de cantidades mayores.

2.1.2. REQUERIMIENTOS DE CALIDAD Y GARANTÍA

Generalmente cuando se habla de la gestión del agua surge inmediatamente el problema de la escasez, la cuestión de la cantidad de agua. Sin embargo, es imprescindible complementar los datos de cantidad con los datos de calidad del recurso, que condiciona su auténtica disponibilidad. La actual normativa, la Directiva 2000/60/CE que establece el marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de agua (Directiva Marco del Agua, DMA), tiene como uno de sus objetivos básicos salvaguardar los abastecimientos. Su artículo 7 ordena identificar todas las masas de agua utilizadas para la captación destinada al consumo humano "con objeto de evitar el deterioro de su calidad, contribuyendo así a reducir el nivel de tratamiento de purificación necesario para la producción de agua potable". Los niveles de calidad garantizados deben cumplir, además, los requisitos establecidos por el Real Decreto 140/2003 sobre criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

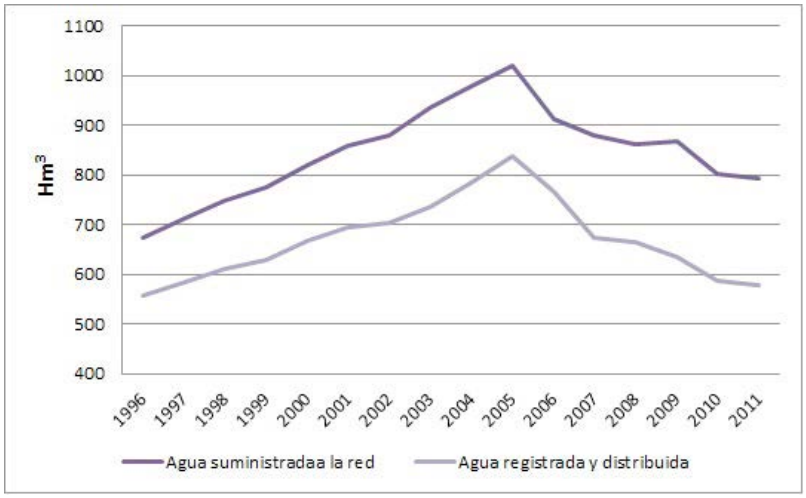
Los abastecimientos urbanos necesitan también mayores niveles de garantía, o lo que es lo mismo, menores probabilidades de fallo aceptado en el suministro. En términos generales, la normativa de ámbito nacional establece que la demanda sólo se considera satisfecha cuando el déficit de un año no excede el 10% de la demanda anual y en diez años la suma de los déficits no excede el 30% de la demanda anual (Reglamento de la Planificación Hidrológica, Real Decreto 907/2007). En términos más concretos, el abastecimiento urbano de agua en Andalucía se regula en el mencionado Reglamento del suministro domiciliario de agua, que establece la obligatoriedad de la prestación del suministro por las entidades dentro del área de cobertura; regula las condiciones del suministro en lo referente a la contratación, sistema de lectura, fijación y aplicación de tarifas, así como, aunque insuficientemente, en lo que se refiere a la garantía de presión y caudal, continuidad del servicio, suspensiones temporales, reservas de agua y restricciones en el suministro.

2.1.3. DEMANDAS, DOTACIONES Y EFICIENCIA

El consumo de agua bruta (antes de potabilización) para uso urbano en Andalucía se sitúa actualmente en torno a 90 m3/hab/año. Esta cifra significa una dotación media de entorno a 250 litros/habitante/año de suministro urbano total, incluyendo todos los usos conectados a las redes de abastecimiento urbano y pérdidas de la redes. El consumo doméstico facturado constituye un porcentaje variable del suministro bruto total, dependiendo de los niveles de actividad económica y, por tanto, de demanda industrial (incluida actividades secundarias y terciarias) y del nivel de eficiencia hidráulica del sistema de que se trate. Como dato medio, los consumos domésticos constituyen aproximadamente -con grandes diferencias de unas poblaciones a otras- la mitad del suministro total (45 m3/habitante/año), lo que significa en torno a 125 litros/habitante/año, con notables contrastes entre diferentes tipologías sociodemográficas, urbanísticas y arquitectónicas.

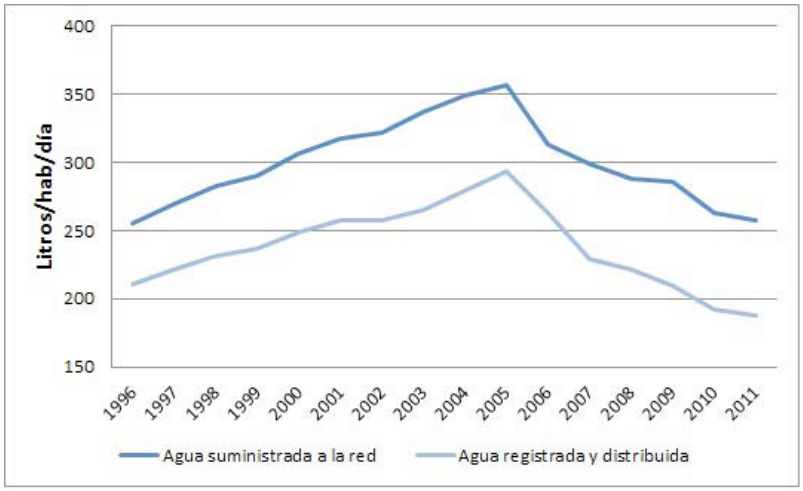
La evolución reciente de estas dotaciones se caracteriza en muchas poblaciones por el descenso de entre un 20% y 35% desde los picos alcanzados a comienzos de la década (1990-1991) hasta el presente. El impacto duradero en la conciencia social de los efectos de la sequía de 1992-1995, las mejoras en la gestión, el aumento de la eficiencia en las instalaciones domésticas, las redes urbanas, y los usos industriales , la individualización de contadores y los cambios en el sistema tarifario explican esta evolución. En los últimos cinco años, esta tendencia se ha intensificado, tanto por la continuación de los factores estructurales que la motivan, como coyunturales (reducción de la actividad industrial y terciaria debido a la crisis económica) (Figuras 2.2 y 2.3).

Figura 2.2. Evolución del agua suministrada y registrada (Hm3/año) en abastecimientos urbanos en Andalucía (1996-2011).



Fuente: Sampedro y del Moral, 2014, basado en INE, 2014.

Figura 2.3. Evolución de las dotaciones (l/hab/día) de agua suministrada y registrada en abastecimientos urbanos en Andalucía (1996-2011).



Fuente: Sampedro y del Moral, 2014, basado en INE, 2014.

Desde un punto de vista territorial, el nivel de dotaciones de agua por habitante en Andalucía se caracteriza por la localización de las dotaciones más elevadas en la costa y en las principales aglomeraciones urbanas. Destaca la situación de bajas dotaciones generalizadas, aunque con situaciones heterogéneas, de Almería.

Con respecto a la eficiencia en la distribución, la disponibilidad de información y su fiabilidad es más problemática. De acuerdo con los datos que ofrece el Instituto Nacional de Estadística, el nivel medio de agua registrada en Andalucía se acerca al 72% del agua suministrada. Estas cifras coinciden básicamente con los que aportan la Asociación Española da Abastecimiento de Agua y Saneamiento (AEAS).

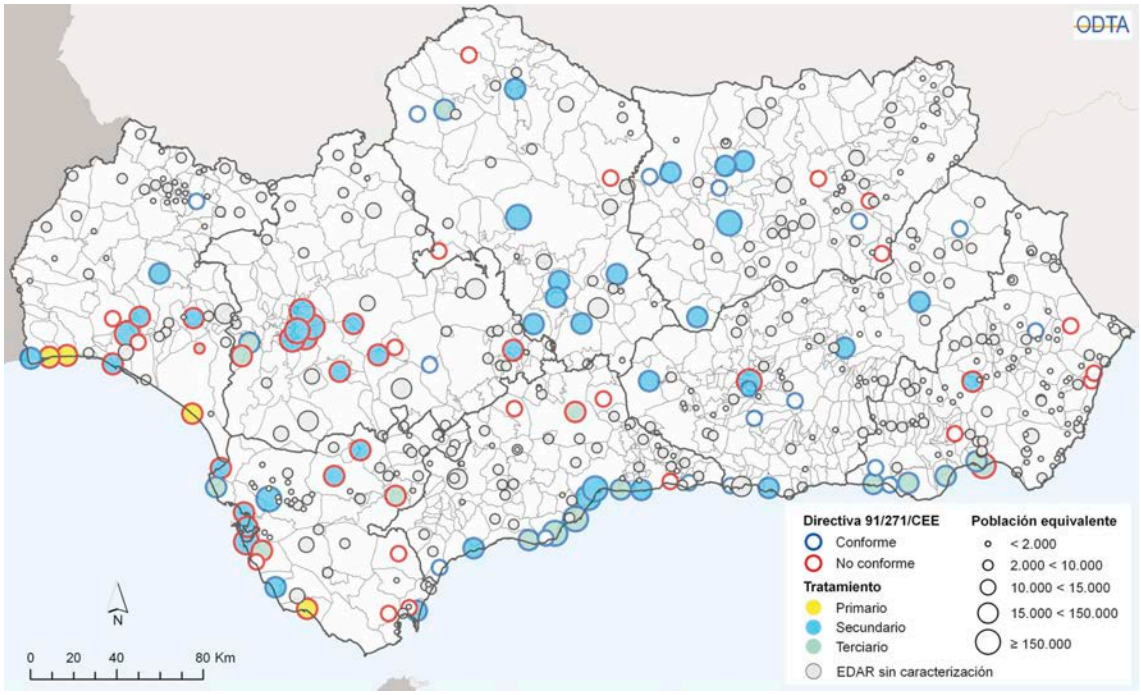
En la bibliografía especializada se insiste en que los sistemas de abastecimiento tienen un nivel económico de pérdidas que está relacionado con el precio del agua bruta: cuanto mayor sea éste, mayor será el incentivo para hacer las inversiones (control de fugas, sectorialización, instalación de caudalímetros y mejoras de redes) para aumentar la eficiencia. En cualquier caso, también pueden ser operativos los objetivos definidos administrativamente, como los que tiene establecidos el sistema de abastecimiento de Sevilla, que ha debido reducir las pérdidas en el sistema (transporte en alta, tratamiento y distribución) al 15,5% y las utilizaciones no contabilizadas al 7,5%, en el 2012, alcanzando un nivel de agua registrada del 77%

2.1.4. EL SANEAMIENTO URBANO EN ANDALUCÍA

En el modelo de gestión convencional del ciclo urbano del agua, la red de saneamiento tiene por objeto la evacuación rápida de las aguas sobrantes de todo tipo dirigiéndolas, por el camino más corto, hacia el punto de vertido. Los tipos de aguas consideradas en las redes de saneamiento son aguas residuales o usadas, y aguas no residuales (precipitación y drenaje de terrenos).

La depuración es una obligación legal y una responsabilidad del Estado Español que debe cumplir con los compromisos adquiridos en la Directiva 91/271/CEE (modificada por la Directiva 98/15/CE), traspuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto Ley 11/1995, desarrollado por otros reales decretos posteriores. Según esta normativa, ya en el año 2006 todas las aglomeraciones urbanas de más de 2.000 habitantes equivalentes debían contar con un tratamiento secundario de sus aguas residuales (domésticas, aguas de lluvia y aguas residuales industriales), y para aquellas aglomeraciones de menos de 2.000 habitantes equivalentes, con un tratamiento adecuado de las mismas. Mediante estas actuaciones deberían haberse conseguido unos niveles adecuados de depuración, un objetivo que en la actualidad aún está pendiente de completar.

Figura 2.4. Estaciones depuradoras en Andalucía en al año 2008.



Fuente: Pita y Pedregal, 2010, Tercer Informe de Desarrollo Territorial de Andalucía (IDTA).

En el año 2010, se declararon como obras de interés de la Comunidad Autónoma de Andalucía un total de 396 actuaciones consistentes en la construcción de nuevas EDAR (un 41% de ellas en poblaciones de más de 2000 habitantes equivalentes), a las que hay que sumar las actuaciones de ampliación y adecuación requeridas para alcanzar los objetivos de calidad de las aguas que marca la Directiva Marco del Agua para el año 2015. Se estableció como mecanismo de financiación de estas obras el canon de mejora (arts. 72 y siguientes de la Ley 9/2010, de Aguas de la Comunidad Autónoma de Andalucía), si bien la ejecución de las mismas no ha alcanzado aún el ritmo necesario.

Recientemente el Reglamento de Dominio Público Hidráulico (RD 1290/2012), que regula el tratamiento de aguas de tormentas, ha introducido la necesidad de laminación de las mismas para evitar desbordamientos de sistemas de saneamiento. Esta modificación del reglamento establece que se deben desarrollar los estudios técnicos de

detalle que definan las buenas prácticas y actuaciones básicas para reducir el impacto de los desbordamientos de los sistemas de saneamiento en episodios de lluvia. La interpretación que se está haciendo de esta normativa tiende a defender la construcción de tanques de tormentas, estrategia que se sitúa en la línea del modelo convencional de gestión del ciclo urbano del agua.

Por otra parte, la incidencia de las inundaciones es particularmente frecuente en Andalucía, donde las pérdidas económicas por las inundaciones acaecidas en los últimos treinta años ascienden como media a 150 millones de euros anuales. Con el objetivo de hacer frente a este riesgo se aprobó el Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces en 2002.

2.1.5. COSTES, PRECIOS, ESTRUCTURA TARIFARIA, RESPONSABILIDAD Y EQUIDAD

El precio de los servicios urbanos de agua es una tema muy sensible en el debate ciudadano. El coste de la totalidad del servicio del ciclo urbano del agua (captación, potabilización, distribución, alcantarillado, saneamiento, depuración) para una familia de cuatro miembros con un consumo de 15.000 litros al mes, es de 20-25 euros al mes, IVA incluido, en una población con servicio moderno y tarifas medias. Este precio incluye el suministro y evacuación de 500 litros de agua al día, generalmente con un nivel de garantía y de control de calidad elevado. El precio comentado traslada, parcialmente, los costes de la amortización y mantenimiento de las infraestructuras y de operación del sistema. Pese a no ser elevados, la conflictividad alrededor de cualquier modificación de esos precios es alta, lo que refleja percepciones y valores sociales muy acendrados culturalmente. La Directiva Marco del Agua, en la línea de la creciente demanda de responsabilidad en la gestión de recursos naturales, introduce nuevos criterios de racionalidad económica presididos por el principio de recuperación de costes, incluyendo los costes ambientales y el valor de escasez (oportunidad). Esto, unido a los crecientes costes de potabilización y requerimientos más rigurosos de tratamiento de vertidos, augura tendencias al alza de los precios del agua

En la configuración de las tarifas del agua se utilizan, de una manera muy generalizada, criterios ausentes en otros servicios. Por ejemplo, es general la existencia de una cuota fija y otra variable en función del consumo, al que se aplica una estructura de bloques con precios unitarios crecientes que penalizan los consumos elevados. Es frecuente también la existencia de bonificaciones por ‘familias numerosas’ y empiezan a aparecer sistemas tarifarios que aplican bonificaciones individualizadas por consumo eficiente (en torno a menos de 100 litros/persona/día). Es decir, en la cultura empresarial de este sector está presente, de manera más o menos contradictoria, la práctica, atípica desde una perspectiva comercial, de desincentivar el consumo.

El Reglamento de suministro domiciliario de Andalucía ordena la concreción de una estructura tarifaria comprensiva de los diferentes aspectos del servicio y sometida a un régimen de aprobación administrativa y participativa. De acuerdo con la Ley de Bases de Régimen Local, la aprobación de las tarifas es responsabilidad de los Ayun-

tamientos. Debido a la competencia autonómica sobre autorización de precios públicos, cualquier propuesta de modificación debe de elevarse a la Comisión de Precios provincial o de Andalucía, según corresponda por la dimensión de la población. Sin embargo, muchos servicios de agua están pasando a considerar que sus tarifas son tasas, con lo que automáticamente quedan excluido de este requisito.

2.1.6. AGUA Y PROCESOS DE URBANIZACIÓN

Frente a la estabilización del proceso de urbanización desde 2008, en etapas anteriores el ritmo de expansión urbana ha sido muy intenso en Andalucía. Buena parte de este crecimiento se ha producido a través de procesos ordenados por el planeamiento urbanístico, afectando principalmente a aglomeraciones urbanas y al litoral. La intensidad de este crecimiento ha provocado tensiones en relación con la disponibilidad de recursos e impactos sobre el dominio público hidráulico (red fluvial y aguas subterráneas), a los que la normativa, tanto de agua como urbanística y territorial, ha tratado de hacer frente.

Fig. 2.5. Entubamiento del Arroyo Sequillo entre Gines y Espartinas (Sevilla).



Fuente: Asociación para la Defesa del Territorio del Aljarafe. 2011.

A escala estatal destaca la Ley 11/2005 de Modificación del Plan Hidrológico Nacional, cuyo artículo 25 plantea la necesidad de coordinar la planificación hidrológica con la territorial y urbanística para reducir los impactos sobre el dominio público hidráulico y garantizar la disponibilidad de agua para consumo humano. El artículo mencionado incluye la exigencia de que el informe que las Confederaciones Hidrográficas deben emitir de manera preceptiva sobre los planes de ordenación territorial y urbanística, se pronuncie sobre la existencia o no de recursos suficientes para satisfacer las nuevas demandas derivadas de aquéllos.

Por su parte la Ley de Aguas de Andalucía (Ley 9/2010, de 30 de julio), en el artículo 45 indica que la Consejería competente en materia de agua deberá emitir informe so-

bre los actos y planes con incidencia en el territorio de las distintas Administraciones Públicas que afecten o se refieran al régimen y aprovechamiento de las aguas continentales, superficiales o subterráneas.

La planificación de ordenación del territorio de la Comunidad Autónoma también ha avanzado en las relaciones agua y urbanismo. Como ejemplo de la concreción de estas determinaciones en la escala subregional, es de interés identificar los contenidos sobre estos temas del Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (POTAUS), 2009, cuyo artículo 68. Red de drenaje y cuencas vertientes establece que: "los instrumentos de planeamiento general analizarán las repercusiones del modelo urbano previsto y de las transformaciones de usos propuestas sobre la red de drenaje; los cauces, riberas y márgenes, y sus funciones de evacuación de avenidas deben estar amparados por una definición de usos que garantice la persistencia de sus condiciones de evacuación; además, las infraestructuras de drenaje evitarán los embovedados y encauzamientos cerrados, favoreciendo la pervivencia de la identidad territorial, la función natural de los cauces y la conservación y mejora de la biodiversidad acuática y de las especies asociadas" (POTAUS, 2009).

A esta dimensión reglada del proceso urbanizador se añade la realidad de una masiva urbanización en suelo no urbanizable que se estima en torno a 500.000 edificaciones en toda Andalucía, entre construcciones aisladas y asentamientos. A través del Decreto 2/2012, de 10 de enero, por el que se regula el régimen de las edificaciones y asentamientos existentes en suelo no urbanizable (SNU), la Junta de Andalucía ha fijado el régimen aplicable a las distintas situaciones en que se encuentran las edificaciones existentes en SNU, y establece los requisitos esenciales para su reconocimiento por los Ayuntamientos y su tratamiento en el planeamiento urbanístico. El artículo 13.5 recoge las condiciones mínimas para que los asentamientos sean considerados suelo urbano no consolidado, que son básicamente dar cumplimiento al art. 45.1.b de la Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía (LOUA), entre ellas que sean aptos para la conexión con redes de luz, agua, saneamiento y acceso rodado. La incorporación al Plan General de Ordenación Urbanística de los terrenos correspondientes a los asentamientos urbanísticos que no cumplan estas condiciones, exigirá la posterior implantación en ellos de las dotaciones y servicios básicos necesarios para alcanzar la categoría de suelo urbano consolidado, así como de las infraestructuras exteriores necesarias para la conexión con las existentes en el municipio.

El proceso de regulación actualmente en marcha de edificaciones y asentamientos en SNU plantea líneas de trabajo y actuaciones diferentes a las que corresponden a los espacios urbanos ordenados, principalmente, aunque no solo, en lo que se refiere a saneamiento y depuración.

2.1.7. COMPETENCIAS, RESPONSABILIDADES Y MODELOS DE GESTIÓN

La Ley 7/1985, reguladora de las Bases de Régimen Local, modificada por Ley 27/2013, de Racionalización y Sostenibilidad de la Administración Local, asigna a las corporaciones locales la titularidad pública de determinadas actividades, entre las que se

incluye el servicio domiciliario de agua, el alcantarillado, tratamiento y la depuración de aguas residuales Las corporaciones locales tienen capacidad para ordenar discrecionalmente su gestión y precisamente esta dispersión de criterios y condiciones constituye una de los problemas de la situación actual de la gestión de ciclo urbano del agua en Andalucía. Las Diputaciones Provinciales, reforzadas por la Ley de 2013, y las Administraciones Autonómicas tienen competencias en materia de auxilio técnico y financiero a los municipios. La Administración General del Estado puede también intervenir, ejecutando obras declaradas de interés general o participando en la financiación de actuaciones.

Los Ayuntamientos pueden gestionar directamente el ciclo urbano del agua, a través de la creación de organismos autónomos locales o a través de sociedades mercantiles cuyo capital social pertenezca íntegramente a la Entidad local. Pero la legislación de la Administración local permite también que la gestión del servicio domiciliario de agua se realice a través de gestión indirecta, por medio de una entidad privada, alternativa que es la reciente Ley de Racionalización y Sostenibilidad de la Administración Local de 2013. El debate sobre modelos de gestión, a favor o en contra de la privatización de servicios municipales de agua es en la actualidad de la mayor importancia.

Sea cual sea el modelo de gestión, deben garantizarse los derechos sociales ciudadanos de bienestar y cohesión social, por encima de criterios de rentabilidad mercantil. En cualquier caso, deben existir instituciones públicas de regulación que aseguren con eficacia la transparencia, incentiven la participación y el control ciudadano y garanticen los objetivos del servicio, por encima de intereses privados, políticos o burocráticos.

La normativa autonómica de Andalucía (Ley de Agua para Andalucía, 9/2010), respetando la autonomía municipal para decidir sobre el sistema de gestión por el que se opte, potencia el proceso de integración en entidades supramunicipales del servicio en alta (captación, transporte, potabilización) como medio para garantizar dimensiones organizativas y empresariales que permitan una gestión adecuada. Esta misma normativa plantea la posibilidad de que las entidades supramunicipal no garanticen la correcta prestación de servicios, en cuyo caso la Junta de Andalucía asumiría la explotación y gestión de las infraestructuras de aducción y depuración. Así mismo, la normativa andaluza establece la obligatoriedad de respetar mecanismos de información, comunicación y participación pública operativos.

2.1.8. POLÍTICAS DE USO EFICIENTE DEL AGUA EN ANDALUCÍA

En general, las iniciativas desarrolladas en los últimos años en Andalucía para aumentar la eficiencia del uso del agua se han concretado en actuaciones enfocadas a la reducción de la demanda interior/exterior de las viviendas (equipamientos y dispositivos ahorradores); en medidas destinadas a la reducción de la demanda a nivel urbano (mejora de redes, mejor control y medición del consumo); y en medidas de carácter socioeconómico (tarifación progresiva por bloques, normativas y programas de concienciación y educación social).

De acuerdo con el estudio de Navarro et al (2009), la mayoría de las iniciativas (63%) se han desarrollado a través de mecanismos económicos (subvenciones, facilidades de financiación) y sociales (concienciación, información, divulgación). Entre las restantes medidas se encuentran las de tipo más específicamente técnico (un 8% a nivel de edificación y un 30% a nivel urbano). Es de destacar, la falta de evaluación sistemática de la eficacia de las medidas aplicadas.

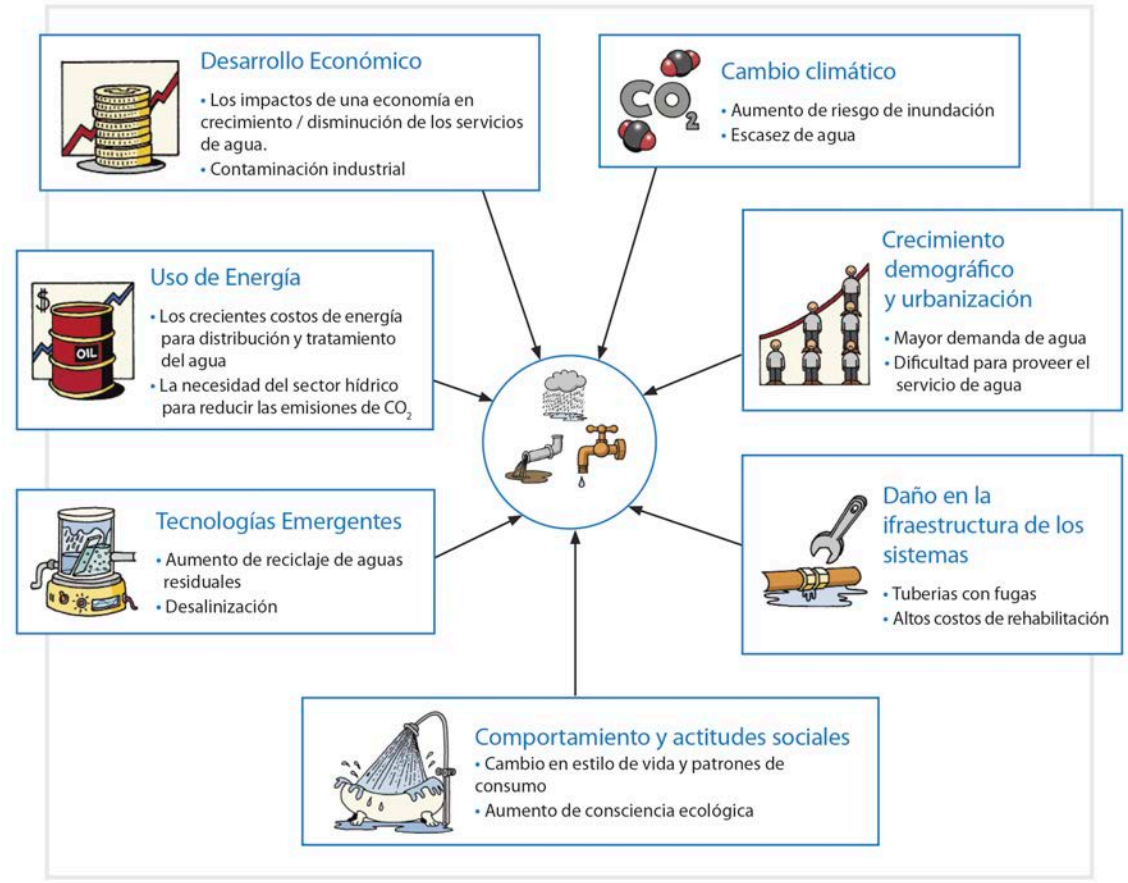
2.2. EL ENFOQUE ECO-INTEGRADOR Y PARTICIPATIVO DEL CICLO URBANO DEL AGUA (CUA)

2.2.1. PERSISTENCIA DE LOS PROBLEMAS DEL MODELO CONVENCIONAL DE GESTIÓN

Pese a la evolución positiva en bastantes aspectos de los servicios de abastecimiento y saneamiento en Andalucía, en términos generales el modelo vigente presenta las características de lo que en la bibliografía internacional se conoce como el enfoque convencional de gestión, típicamente asociado con los siguientes problemas:

- **Fragmentación:** los diferentes elementos del sistema de agua urbana están operados de manera aislada. Un enfoque fragmentado puede dar lugar a decisiones técnicas basadas en beneficios para una parte concreta del sistema, descuidando los impactos causados en otros componentes.
- Dominan los **planteamientos lineales** que dan lugar a sistemas discretos para suministrar, tratar, usar y evacuar el agua.
- Soluciones a **corto plazo**: la gestión del agua se centra en los problemas más inmediatos y acuciantes, a pesar del riesgo de que las medidas aplicadas no sean las más eficientes y sostenibles a largo plazo.
- **Falta de flexibilidad**: la infraestructura, las grandes inversiones en un rango limitado a tecnologías tradicionales y la gestión hidráulica convencional tienden a ser inflexibles frente a las circunstancias cambiantes. La gestión de estos sistemas se convierte en disfuncional cuando se enfrentan, por ejemplo, con el aumento de la variabilidad climática, o al rápido crecimiento o fuerte disminución de la demanda urbana.
- **Uso intensivo de energía**: la distribución y la infraestructura de tratamiento convencionales del agua requieren un uso intensivo de energía, lo que significa incrementar la vulnerabilidad económica y estratégica de los sistemas. El uso intensivo de energía también se traduce en altos niveles de emisiones de CO2 en un momento en que muchas ciudades están intentando reducir sus emisiones.

Figura 2.6. Ejemplos de futuros cambios a los que se enfrenta la gestión del agua en las ciudades.



Fuente: Proyecto SWITCH, 2006-2011.

2.2.2. LAS PROPUESTAS DE LA GESTIÓN ECO-INTEGRADORA DEL CUA

En respuesta a estas limitaciones, el nuevo modelo de gestión eco-integradora y participativa del ciclo urbano del agua ofrece una nueva perspectiva y exige una reevaluación de los enfoques actuales y - cuando sea necesario – la aplicación de cambios fundamentales. En lugar de resolver los problemas a través de costosas inversiones, consideradas indiscutibles, destinadas a la expansión de la infraestructura existente y las tecnologías de final de procesos, este enfoque se caracteriza por la potenciación de los siguientes rasgos:

- Contextualización de manera más clara y profunda del ciclo urbano en el marco de los **ecosistemas acuáticos** de los que depende para la obtención de recursos y para el vertido de efluentes.
- Consolidación del principio, ya actualmente bien establecido, de **gestión conjunta** de las fases de **abastecimiento** (captación, potabilización y distribución) y **saneamiento** (alcantarillado, depuración, vertido), a lo que se añade mayor atención a la integración de las **aguas pluviales**, los procesos de escorrentía, la red de **drenaje**, los **espacios públicos**, la vegetación, la infiltración y las **aguas subterráneas**.

Fig. 2.7. Apartamentos Glashaus. Emeryville (EEUU).

Y fig. 2.8. Captación de Pluviales en Mills college in Okland, California.





Fuentes: San Francisco Storm Water Guide Lines. (2009).

• Consideración de todos los componentes del ciclo del agua urbana como partes de un sistema y énfasis en que todas las **administraciones e instituciones interesadas deben involucrarse** en garantizar que esa integración se consiga.
• Sustitución, como resultado de esta integración reforzada, de los diseños lineales de entrada y salida del sistema por **funcionamientos circulares, de reutilización y recirculación**, que reducen entradas y salidas a este mismo sistema.
• Preferencia por las tecnologías **innovadoras y flexibles**, seleccionadas en base a una evaluación integral del ciclo del agua y a la sostenibilidad a largo plazo del sistema en conjunto.
• Potenciación de la integración de los ciclos del **agua** y la **energía** (captación de energías renovables, reducción de consumos energéticos, captación de CO2).
• Integración en la gestión del ciclo de criterios de eficiencia y **responsabilidad de costes**, combinados con valores de **solidaridad y equidad**.
• Puesta en práctica de nuevas formas de participación pública que garanticen transparencia y **participación ciudadana efectiva y proactiva**, tal y como establece la Directiva 2003/35/, de 26 de mayo de 2003, transpuesta a la normativa española por la Ley 27/2006, de 18 de julio, reguladora de los "derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente".
• **Adaptación** del conjunto de las estrategias anteriores a las condiciones del **contexto físico y social** del área de trabajo.

Fig. 2.9. Flujos metabólicos en la planificación.

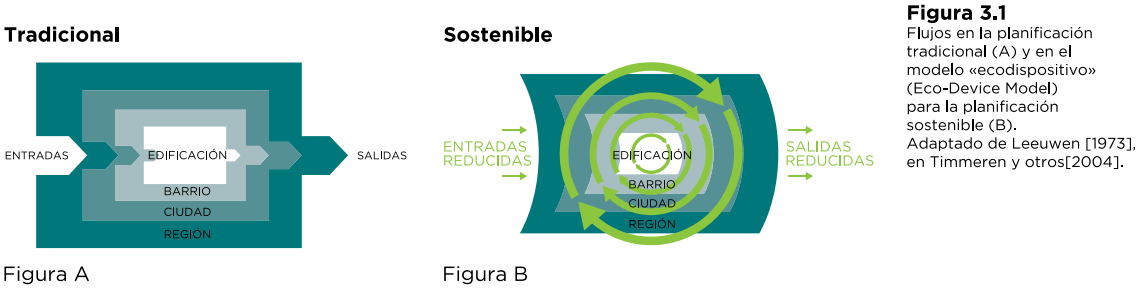


Figura A

Figura B

Figura 3.1
Flujos en la planificación tradicional (A) y en el modelo «ecodispositivo» (Eco-Device Model) para la planificación sostenible (B).
Adaptado de Leeuwen [1973], en Timmeren y otros[2004].

Fuente: Proyecto Ecocity (2002-2005).

En esta tabla 2.1 se contraponen de una manera esquemática los modelos "convencional" y "eco-integrador" de gestión del ciclo urbano del agua, buscando transmitir un mensaje de contraste claro. Obviamente, la realidad se caracteriza por un panorama más complejo y matizado, formado por situaciones mixtas y procesos de transición.

TABLA 2.1 - COMPARACION ENTRE ENFOQUES DE GESTIÓN DEL CICLO URBANO DEL AGUA

MODELO CONVENCIONAL	ENFOQUE ECO-INTEGRADOR PARTICIPATIVO
Maneja una visión del ciclo urbano separado del contexto general del sistema hidrológico y ambiental.	Toma en cuenta las restantes funciones y los restantes usos y usuarios no urbanos del agua.
El cálculo de los sistemas de captación y drenaje se basa en series de precipitación y escorrentía con insuficiente atención a incertidumbre y a la variabilidad.	El diseño y dimensionamiento de los sistemas se basan en múltiples fuentes de datos y técnicas de modelización que incorporan mayores grados de incertidumbre y variabilidad.
Dominan los planteamientos lineales que dan lugar a sistemas discretos para suministrar, tratar, usar y evacuar el agua.	Aproximación recicladora y regenerativa que promueve sistemas de recuperación de agua y energía, interrelacionados con diseños eco-integradores de usos del suelo. El agua se puede reciclar y reutilizar múltiples veces, en un proceso en cascada desde usos con mayores a menores demandas de calidad.
El agua de lluvia es un inconveniente que hay que evacuar rápidamente de las áreas urbanas.	Las aguas pluviales constituyen un recurso que puede ser recolectado, infiltrado o retenido como aporte a los acuíferos, los cursos fluviales y el mantenimiento de los espacios libres urbanos.

El suministro de agua, las aguas residuales y las aguas pluviales, aunque todavía no siempre, suelen estar administrados por la misma empresa, pero todavía no se alcanza la necesaria integración entre las diferentes fases del ciclo.	Se refuerza la integración física e institucional del ciclo del agua. Los vínculos entre el suministro de agua, las aguas residuales y pluviales, así como otras áreas del desarrollo urbano, se realizan mediante una gestión altamente coordinada.
Aunque por regla general se han hecho importantes avances, se sigue considerando que el aumento en la demanda se puede satisfacer mediante la inversión en nuevas fuentes de suministro e infraestructuras.	Las opciones para reducir la demanda, la recolección de agua de lluvia y la recuperación de aguas grises tienen como prioridad el desarrollo de nuevos recursos.
La calidad del agua demandada es única. Toda el agua suministrada es tratada como agua potable; todas las aguas residuales son evacuadas con un tipo de tratamiento único.	Los tipos de demanda son diversos. La calidad se ajusta a los requerimientos de calidad de los diferentes usos, con los correspondientes niveles de fiabilidad y garantía.
No se concibe otro tipo de infraestructuras que las construidas de cemento, metal o plástico: “infraestructuras grises”.	Las infraestructuras verdes incluyen suelo y vegetación, además de cemento, metal y plástico: infraestructuras verdes.
Lo mejor es lo grande. El sistema de suministro y las plantas de tratamiento están centralizados.	Lo pequeño es posible. Los sistemas de suministro y tratamiento pueden estar descentralizados.
Las soluciones predefinidas limitan la incorporación de la complejidad; se emplean soluciones estándar de ingeniería de manera sectorial, para cada componente del ciclo del agua	Se exploran diversas soluciones (tecnológicas y ecológicas) y nuevas estrategias de gestión variadas y flexibles; con la participación de un amplio espectro de profesionales se fomenta la cooperación entre la gestión, el diseño urbano y la arquitectura del paisaje.
Los sistemas se construyen en base a diagnósticos y definición de alternativas técnicas realizados por las administraciones competentes.	Los problemas y soluciones se definen en procesos participativos, con consulta e involucración de las partes afectadas, desde los vecinos a las administraciones competentes.

La participación pública es sinónimo de relaciones públicas. Solo se involucra a otros agentes y al público cuando se requiere la aprobación de soluciones ya predeterminadas.	La participación significa implicación y compromiso. Los restantes agentes y el público están activamente involucrados en la definición de soluciones efectivas.
En la evaluación de los sistemas se consideran básicamente los costes de provisión del recurso.	La evaluación tiene en cuenta el conjunto de los servicios ecosistémicos del agua: provisión, regulación, hábitat y culturales.
Las empresas hacen exclusivamente seguimiento de costes y se centran en balances contables.	Las empresas evalúan la totalidad de los beneficios derivados de las diferentes opciones y se centran en la valoración integrada de los servicios del agua.
El marco institucional y la regulación bloquean la innovación.	El marco institucional y regulatorio promueve y estimula la innovación.

2.2.3. LOS RESULTADOS DE LA GESTIÓN ECO-INTEGRADORA DEL CUA

Algunos beneficios más significativos que la aplicación del enfoque eco-integrador del CUA persigue son:

- Protección de las fuentes de abastecimiento de agua y los ecosistemas acuáticos naturales mediante el control y la prevención de contaminación difusa derivada de las aguas pluviales.
- Mayor costo-eficacia y viabilidad en las intervenciones como resultado de la identificación de opciones por medio de la coordinación interadministrativa e intersectorial y la participación de múltiples partes interesadas.
- Generación de un activo nuevo (aguas grises y pluviales: aguas verdes), por medio de la transformación del diseño lineal de la gestión convencional del agua (abastecimiento, pluviales y evacuación) en un diseño circular, que conecta las diferentes entradas (aguas de abastecimiento, potables, pluviales y escorrentías).
- Reducción de la demanda del recurso aumentando la eficiencia en su uso, obteniendo recursos alternativos y adaptando la calidad del agua proporcionada a los requerimientos de cada uso.
- Reducción del caudal y la carga contaminante del vertido al sistema de saneamiento urbano, mediante el tratamiento de las aguas y su infiltración en el medio receptor.
- Reducción de consumos y de costes energéticos.
- Mejora de resiliencia del sistema gracias al incremento de la flexibilidad y adaptación a las condiciones del medio.

2.2.4. CONDICIONES INSTITUCIONALES NECESARIAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LA GESTIÓN ECO-INTEGRADORA DEL CUA

Un enfoque integrado aspira a ir más allá de formalismos, soluciones estándar y genéricas, aspira a análisis y soluciones adaptados a las necesidades y potencialidades reales. Para ello este modelo de gestión requiere un **marco institucional** y regulatorio, adaptado a las condiciones concretas de su ámbito de aplicación, que:

- Promueva la innovación y el cambio, imprescindibles para superar inercias y facilitar la viabilidad de los planeamientos indicados.
- Permita superar las dificultades de comunicación, resistencia a la aportación de información y colaboración necesaria por parte de cúpulas rectoras de determinados organismos que se resisten a soluciones innovadoras.
- Potencie la generación de datos, informaciones y conocimientos reales y contextualizados en las circunstancias espaciales concretas.
- Establezca una batería de indicadores significativos para los distintos ámbitos de la gestión (técnicos, financieros, sociales, medioambientales, patrimoniales), accesibles por vía telemática, que sean comprensibles para los ciudadanos.
- Asegure el acceso de todos los agentes sociales a la información básica de la gestión del ciclo integral del agua en la ciudad.
- Garantice la publicidad de todos los acuerdos y resoluciones que adopten los órganos de dirección del ente gestor.
- Establezca los mecanismos efectivos de participación social con competencias efectivas de control sobre las cuestiones clave de la gestión del agua urbana.

2.2.5. EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LAS MEDIDAS. INDICADORES

Como se acaba de indicar, el modelo de gestión del CUA propuesto requiere de un sistema de indicadores para su definición concreta en cada caso y para el control de su aplicación. Un sistema de carácter multicriterial que debe incorporar criterios ambientales, sociales, técnicos y económicos, en la línea de lo que se recoge en la siguiente tabla:

TABLA 2.2 - SISTEMA DE INDICADORES MULTICRITERIALES PARA LA EVALUACIÓN DE MEDIDAS

DIMENSIÓN AMBIENTAL: DISMINUCIÓN DE LAS PRESIONES SOBRE LOS ECOSISTEMAS Y RECURSOS NATURALES	
Eficiencia en el consumo: reducción de demanda de agua potable	litros/hab/día
Modificación del caudal y calidad de vertido de AR (aguas residuales)	litros/hab/día
Ahorros energéticos	kwh/m^3
Modificación de caudales punta de drenaje	litros/sg
DIMENSIÓN SOCIAL: SATISFACCIÓN DE LAS NECESIDADES Y EXPECTATIVAS DE LOS USUARIOS	
Demanda/aceptabilidad social	representatividad población que solicita
Grado de dificultad institucional	normas que facilitan o dificultan
Creación de empleo	puestos de trabajo por X euros.
Equidad, responsabilidad	reparto cargas, costes y beneficios
Ahorros para los usuarios (agua, energía)	euros / mes
DIMENSIÓN TECNOLÓGICA	
Dependencia tecnológica	especialización y localización de las empresas
Resiliencia, flexibilidad, fiabilidad de las medidas	adecuación a condiciones locales
Durabilidad	nº de años de vida útil garantizada.
Requerimientos espaciales-constructivos	m^2 y otras afecciones constructivas
DIMENSIÓN ECONÓMICA Y FINANCIERA	
Costes (monetarios) de las alternativas:	
Coste de inversión inicial	por m^3 o kw/h ahorrado
Costes de mantenimiento y operación	por año
Costes de mantenimiento y operación	euros por año
Acceso a financiación y subvenciones disponibles	% de la inversión necesaria

FUENTES DE INFORMACIÓN

Asociación para la Defensa del Territorio del Aljarafe (ADTA) 2011. *Informe sobre los cauces*. Segunda Edición, Sevilla.

Carrasco, G. 2009. *Proyecto Ecocity. Manual para el diseño de Ecociudades en Europa*. En Revista INVI. 2009, vol 24, nº65. Santiago de Chile: Universidad de Chile. Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Instituto de la Vivienda.. pp. 197-200 DOI: 10.4067/S0718-83582009000100007

Del Moral Ituarte, L. 2009. *Nuevas tendencias en gestión del agua, ordenación del territorio e integración de políticas sectoriales*. Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales. Vol. XIII, n. 285. Universidad de Barcelona.

Estevan, A. y Viñuales, V. (comps.) 2000. *La eficiencia del agua en las ciudades*, Bilbao, Bakeaz.

Figueroa Abrio, A. 2011. *La integración de la planificación urbanística y la gestión del agua: una aproximación general en Andalucía*. VII Congreso Ibérico de Gestión y Planificación del Agua. Fundación Nueva Cultura del Agua, Talavera de la Reina.

Marsalek, J., B Jiménez-Cisneros, M Karamouz, P. Malmquist, J Goldenfum, y B Chocat. s. f. 2007. *Urban Water Cycle Processes and Interactions*. Urban Water Series. UNESCO IHP. UNESCO Publishing.

Navarro, J., Sendra, J.J., Prieto A., Domínguez V., Paneque C., Acosta I. y Carrasco M.J. 2009. Estudio del uso eficiente del agua en el entorno urbano andaluz. Situación y posibilidades de mejora. Agencia Andaluza del Agua. Consejería de Medio Ambiente. Junta de Andalucía.

Novotny, V., Ahren, J., Brown, P. 2010. *Water centric sustainable communities. Planning, retrofitting, and building the next urban environment*. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey (EEUU).

Pita López, M.F., Pedregal Mateos, B., y otros. 2010. *Tercer Informe de Desarrollo Territorial de Andalucía (IDTA)*, Sevilla.

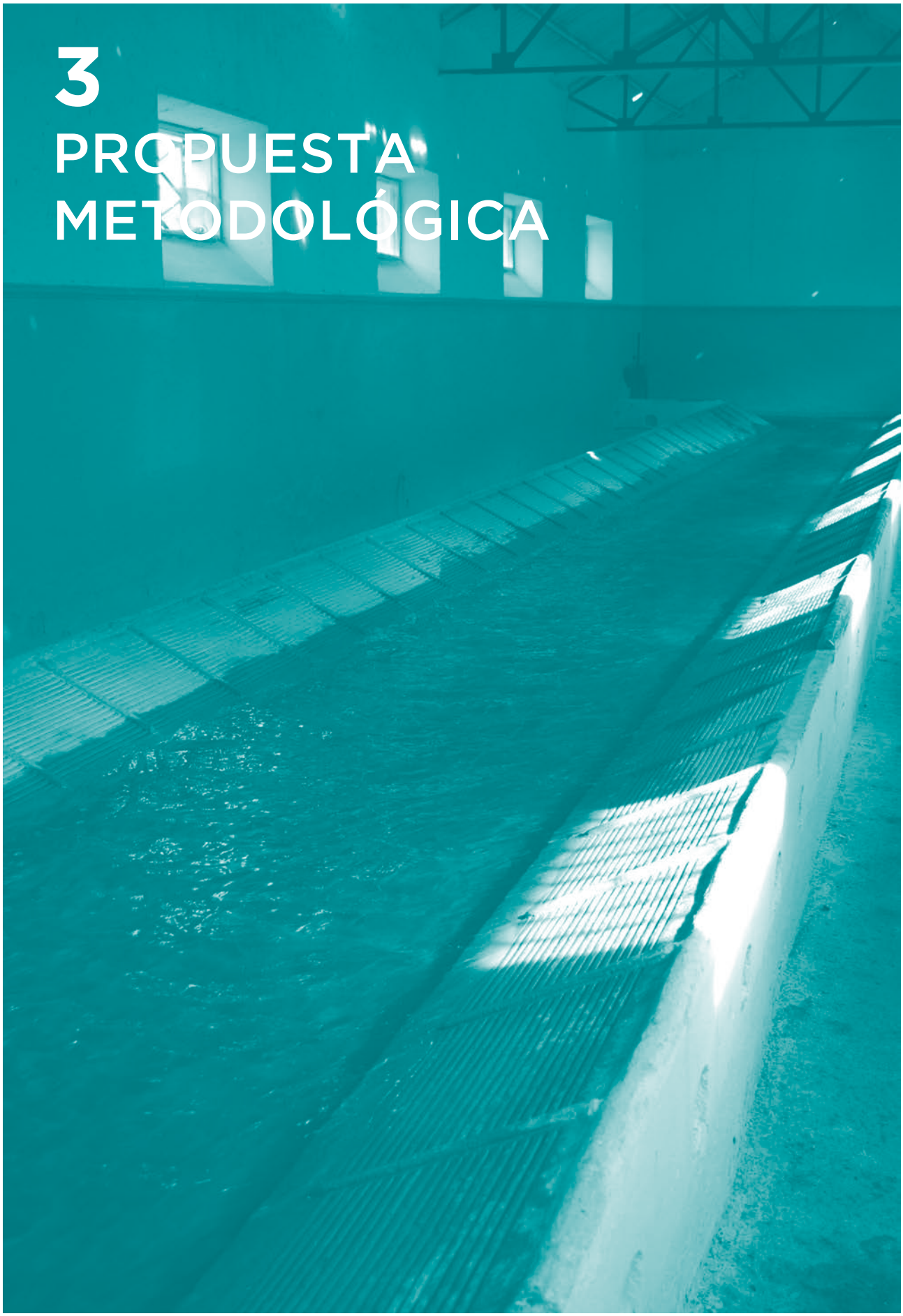
SWITCH. 2006-2011. *Managing Water for the City of the Future*. http://www.switchurbanwater.eu

Sampedro, D. y Del Moral, L. 2014. *Tres décadas de política de aguas en Andalucía*. Cuadernos Geográficos 53(1), pp. 36-67.

Anexo A.1: Caracterización territorial de Andalucía para la gestión del ciclo hidrológico. Fuentes de información.

Anexo A.2: El marco institucional de la gestión integrada del ciclo urbano del agua.

3
PROPUESTA METODOLÓGICA



INTRODUCCIÓN

El objeto fundamental de este capítulo es presentar el marco metodológico para la incorporación del enfoque eco-integrador y participado del ciclo urbano del agua (CUA) en proyectos de rehabilitación arquitectónica y urbana.

Es necesario explicitar que, aunque el proceso que describimos a continuación se centra específicamente en aquellas cuestiones referidas al CUA, entendemos este aspecto como parte de los procesos de intervención integral en áreas urbanas, en los que la gestión del agua es uno de los ámbitos sectoriales a tratar, en relación necesariamente con otros flujos metabólicos (energía, materiales, residuos) y con otros aspectos de la realidad urbana, como la movilidad, el espacio público, los equipamientos y los aspectos socio-económicos e institucionales.

El enfoque eco-integrador del CUA promueve un modelo de gestión integral en el que, más allá de soluciones particulares a problemas concretos, se impulsa la comprensión del funcionamiento del ciclo del agua en su conjunto, estableciendo conexiones, potenciando sinergias y generando propuestas que tengan en cuenta todos los aspectos vinculados al agua urbana.

El proceso metodológico propuesto, cuyo esquema se presenta en la Fig.3.1., se plantea en base a dos principios:

- La importancia de incorporar, desde el inicio, al mayor número posible de actores clave del proceso, entendiendo, más allá de la expresión ya convencional de esta idea, que con su aplicación real se generan nuevas energías -nuevos capitales sociales- y se modifican las relaciones entre los actores sociales en la escala concreta de trabajo.
- La comprensión de las intervenciones en el espacio urbano como procesos continuos, en los que la evaluación iterativa, colectivamente participada, de las acciones implementadas, sirve para corregir las estrategias planteadas.

En base a estas premisas, se presenta a continuación la propuesta metodológica para la incorporación de la gestión del CUA en los procesos de intervención para la rehabilitación de barriadas. Se describirán, para cada una de las fases en las que se propone estructurar el proceso, los **objetivos**, **acciones** a desarrollar, algunas **herramientas** para su puesta en práctica, y los **resultados** que se prevé obtener. Dentro de las acciones se señalarán, de manera particular, las actividades a desarrollar con los actores sociales. Las sesiones que se describen podrán desarrollarse en una o varias jornadas, y siempre bajo los criterios y con la metodología específica diseñada por las personas encargadas de esa parte del proceso.

Fig.3.1. Esquema de las fases que componen la propuesta metodológica.



Fuente: elaboración propia.

Cabe recordar, que esta guía se concreta en operaciones de intervención en barriadas existentes, insertas en entornos urbanos y sociales consolidados. No obstante, entendemos que la metodología propuesta podría ser tomada como referencia en procesos de planeamiento para nuevos desarrollos, así como en procesos de consolidación de asentamientos en suelos no urbanizables (SNU) que cumplieran o debieran cumplir con las condiciones establecidas en la normativa vigente para estos casos. La propuesta metodológica que se presenta en este capítulo, ha sido testada y validada en el caso de estudio desarrollado por el Proyecto Aqua-Riba en la barriada de Las Huertas (Sevilla). Es necesario señalar, que se trata de una experiencia que formaba parte de un proyecto de investigación, y que por tanto estaba condicionado a la carencia de una iniciativa real para la implementación de las medidas aplicables, sin que existiera por tanto una puesta en práctica de todas las fases de la metodología propuesta. (Ver Anexo A.6. Aplicación al caso de estudio).

FASES DEL PROCESO DE INTERVENCIÓN

FASE 0. EQUIPO DE TRABAJO

OBJETIVO

Incorporar a todas las partes implicadas en la conformación del equipo de trabajo, y con ellas, alcanzar los acuerdos para la definición de la hoja de ruta del proceso de intervención.

ACCIONES

- **Identificar al agente o agentes impulsores del proyecto**. Puede ser la administración pública, la ciudadanía organizada, o incluso un particular, una empresa u otro tipo de organización.
- **Informar sobre el enfoque a proponer**: integración de la gestión eco-adaptativa del CUA en procesos participados de intervención urbana.
- **Definir los objetivos del proceso y el marco de participación**. Aspectos sobre los que se va a intervenir, recursos disponibles y agentes implicados inicialmente. Establecer compromisos.
- **Conformación del equipo técnico motor**, en el que deben combinarse profesionales con diferentes capacidades y conocimientos técnicos relativos tanto al funcionamiento del CUA (ingenieros, hidrólogos, ecólogos), como a aspectos urbano-territoriales (arquitectos, geógrafos, geólogos) y sociales (educadores sociales, sociólogos) relacionados con esta materia.

SESIÓN 0: PRIMEROS CONTACTOS

— Realización de entrevistas individuales y grupales para establecer los primeros contactos con los actores sociales clave.
— Definición del marco de participación: explicitar y comunicar cuál es el nivel de participación que se quiere alcanzar en el proceso, en base a cinco posibles niveles: informar, involucrar en el diagnóstico, en la definición de criterios, en la toma de decisiones y en la gestión. (ver Capítulo 4 – Apartado 4.1.).

RESULTADOS

- Configuración del equipo de trabajo.
- Planificación de la hoja de ruta del proceso de intervención.

FASE 1. ANÁLISIS DEL CONTEXTO

OBJETIVO

Recopilación, sistematización y análisis de información relativa a las características del contexto urbano- territorial y socio-institucional que condicionan el CUA en el área de trabajo, así como la descripción de los valores que lo caracterizan.

ACCIONES

1.1. CARACTERIZACIÓN URBANO – TERRITORIAL

Caracterización de las condiciones del contexto que condicionan el CUA, en base al análisis de la información relativa a:

- **Condiciones ambientales**: clima (temperaturas, pluviometría y evapotranspiración potencial), hidrología (cursos y masas de agua superficiales y subterráneas, profundidad de la capa freática), topografía, geología (permeabilidad, porosidad del suelo), espacios verdes, vegetación y fauna, áreas sensibles y fuentes de contaminación.
- **Condiciones urbanísticas**: usos, propiedad y gestión del suelo; dimensión y naturaleza de las superficies de suelo; características y nivel de conservación de los elementos de la urbanización (vallados, alumbrado, mobiliario, etc.); intensidad de tráfico en los viales; uso del espacio público, espacios simbólicos y de reunión y zonas degradadas o residuales. Valoraciones de los vecinos.
- **Características de la edificación**: uso y configuración de los espacios; características constructivas (cubiertas, tipo y ubicación de las cimentaciones, etc.); características y ubicación de las instalaciones de abastecimiento y saneamiento. Obras y reformas realizadas. Espacios e instalaciones de uso común, modelo de gestión y empresas de servicios implicadas (administrador de fincas, limpieza y mantenimiento de las instalaciones, etc.). Principales problemas y conflictos detectados por el vecindario.
- **Características de las viviendas**: nº de habitantes por vivienda; configuración espacial; ubicación de cuartos húmedos y redes de agua y saneamiento; reformas realizadas en baños y cocinas; tipo de equipamientos (tipos de grifos, existencia de dispositivos de ahorro, tipo de cisterna, sistemas de ACS, etc.).
- **Ciclo urbano del agua (CUA)**: consumos medios mensuales de los diferentes usuarios (domésticos y no domésticos); elementos y configuración de las redes locales de abastecimiento, riego, saneamiento y drenaje; conexión de estas redes con las infraestructuras de la ciudad (potabilización y depuración). Organismos implicados y modelo de gestión.

(Ver Anexos A.6.1 y A.6.2).

1.2. CARACTERIZACIÓN SOCIO-INSTITUCIONAL

- Identificación y caracterización del **mapa de actores**, tanto provenientes de la ciudadanía, como de las administraciones públicas, empresas, etc.
- Análisis de las **disponibilidades y resistencias** de cada colectivo para su implicación en el proceso, así como de sus sensibilidades y prioridades en relación a la gestión del agua.
- **Caracterización socio-demográfica** de la población: edad, género, nivel educativo, nivel de ingresos, etc.
- **Hábitos** de los distintos usuarios del agua en la barriada, tanto en usos domiciliarios como no domiciliarios (comercios, bares, colegios, etc.).
- Identificación y análisis del **marco normativo y competencial**, formal e informal, relativo a la gestión del agua en la barriada (ver Anexo 3 Marco Socio-Institucional del Ciclo Urbano del Agua Andalucía).

(Ver Anexos A.6.2 y A.6.3).

SESIÓN 1: DIAGNÓSTICO PARTICIPADO

Realización de una o varias sesiones de diagnóstico con los agentes sociales con el objetivo de discutir las diferentes percepciones existentes sobre la situación de la barriada, de modo que se genere un diagnóstico colectivo, más completo e integrado de la misma. (Ver anexo A.6.4.)

HERRAMIENTAS

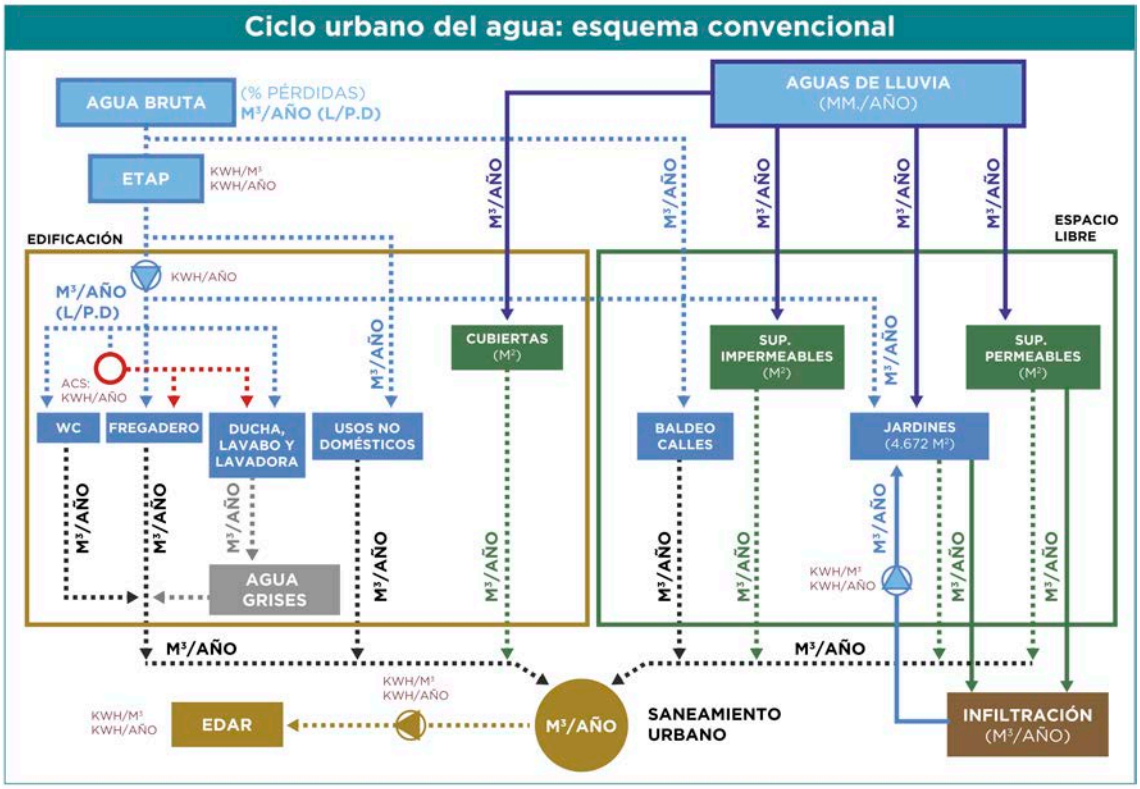
- Búsqueda y análisis de fuentes de datos, información bibliográfica y documental.
- Trabajo de campo: observación y toma de datos in situ.
- Recopilación de planes y proyectos con incidencia sobre el área de actuación: proyectos de rehabilitación de la edificación, planes de reforma y proyectos urbanos, etc.
- Recopilación de planimetría del área de intervención: caracterización hidro-geológica, planes urbanísticos, trazado de infraestructuras, planimetría de la edificación, etc.
- Levantamiento de datos y elaboración de planimetría actualizada del área de trabajo.
- Entrevistas estructuradas o semi-estructuradas con agentes clave: asociaciones vecinales, comerciantes, personal de centros docentes, administradores de fincas, empresas de gestión de servicios municipales: agua, jardinería, limpieza, etc.
- Deriva vecinal por la barriada: recorrido semi-estructurado con vecinos/as del barrio, de manera que éstos puedan narrar sus percepciones acerca de diferentes aspectos relacionados con la gestión del CUA en la barriada, así como relativos a sus características constructivas y socio-económicas.
- Análisis socio-estadístico, a partir de la realización de encuesta estadísticamente representativa de la muestra. (Ver modelo de encuesta en Anexo A.6.2).

RESULTADOS

- **Mapa de actores sociales**, características y relaciones.
- **Diagnóstico participado** de la barriada.
- **Descripción del CUA en el escenario de referencia**: análisis de los flujos metabólicos vinculados al ciclo urbano del agua en la situación de partida.

En este diagrama conviene incorporar datos fundamentales que, de manera sintética y en relación a valores medios anuales, caracterizan el CUA en el área de trabajo: superficies (m^2), flujos de agua (m^3/año) y consumo energético (kWh/año). Como resultado de este análisis de flujos, se podrá obtener un diagrama similar al de la figura 3.2.

Fig.3.2. Esquema convencional del ciclo urbano del agua.



Fuente: Elaboración propia.

FASE 2. DEFINICIÓN DE OBJETIVOS E INDICADORES

OBJETIVO

Analizar y priorizar las problemáticas y potencialidades de actuación en el área de estudio para, a partir de ellas, definir unos objetivos y unos criterios de actuación que nos ayuden a valorar las posibles intervenciones a realizar.

ACCIONES

- Análisis del **árbol de problemas** identificados en la barriada. Priorización de los mismos.
- **Construcción de una visión** deseable del futuro, lo más concreta posible, y a partir de esta, formulación de los objetivos a alcanzar en el proceso de intervención. Estos objetivos deben ser coherentes y responder a las problemáticas detectadas en el paso anterior.
- **Definición participada de los criterios** sobre los que se basará la intervención. Definición y ponderación, en base a estos criterios, de los **indicadores** con los que posteriormente se realizará una evaluación multicriterial de las medidas propuestas para intervenir en la barriada (ver capítulo 2, apartado 2.2.5.).

SESIÓN 2: VISIÓN, OBJETIVOS, CRITERIOS E INDICADORES.

Sesión de trabajo con agentes sociales en la que se prioricen los problemas detectados y, a partir de ellos, se establezca una visión deseable de futuro y cómo esta se concreta en objetivos a alcanzar. También se establecerán los criterios a partir de los cuales evaluar el cumplimiento, en las siguientes fases, de los objetivos planteados.

RESULTADOS

- **Visión y objetivos** del proceso de intervención.
- **Criterios de evaluación** de alternativas de intervención.

FASE 3. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN

OBJETIVO

El equipo técnico, una vez analizado el diagnóstico y definidos los objetivos del proceso de actuación, se encarga de plantear y testar diferentes estrategias y alternativas de intervención posibles que den solución a los problemas detectados y permitan la consecución de los objetivos planteados.

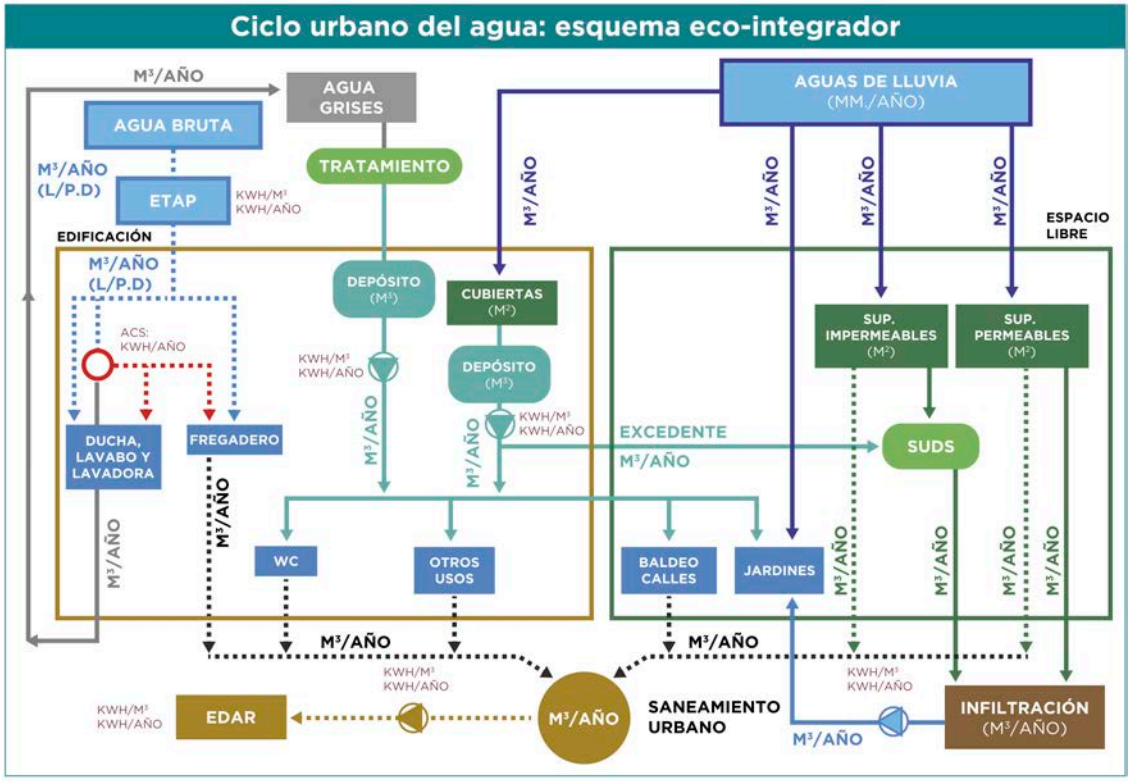
En esta etapa es crucial la comprensión del ciclo socio-hidrológico en su conjunto, la relación de las aguas urbanas con los sistemas naturales, y la adaptación de las soluciones planteadas a la realidad concreta del contexto físico y social del área de intervención.

ACCIONES

En términos generales, podemos sintetizar en tres grandes grupos las estrategias que, desde el enfoque eco-integrador, es posible implementar para la mejora del CUA en las barriadas, y que se ilustran en el esquema de la figura 3.2.:

- **Minimizar las demandas** de agua potable del sistema y el coste energético asociado a ellas, aumentando la eficiencia en el consumo y el uso de recursos alternativos (aguas pluviales, aguas recicladas o reutilizadas, fuentes alternativas, etc.).
- **Reducción del caudal destinado al saneamiento urbano** mediante sistemas descentralizados de tratamiento y reutilización de las aguas, así como mediante la reducción de la escorrentía urbana.
- **Mantenimiento y recuperación de los flujos naturales del agua**, tanto de infiltración como de escorrentía superficial, promoviendo la recuperación de los balances hídricos naturales.

Fig.3.3. Esquema eco-integrador del ciclo urbano del agua.



Fuente: Elaboración propia.

Como puede deducirse, estas estrategias de intervención pueden tener **diferentes niveles de compromiso**: desde simplemente reducir los impactos a través de la eficiencia en la gestión, a promover soluciones integrales que permitan el uso de recursos alternativos, e incluso generar procesos de regeneración que permitan acercarnos a las condiciones hidrológicas previas a los desarrollos urbanos, o al balance hidrológico neto nulo. En cualquier caso, siempre deberán ser seleccionadas y adaptadas en función a las características del contexto de intervención, y de la visión y los objetivos acordados con los agentes del proceso.

Una vez definidas las estrategias a desarrollar y el grado de compromiso a alcanzar, éstas deberán concretarse en unas **medidas, estructurales o no estructurales**, que llevarán asociadas una serie de requisitos, costes y resultados. Una exposición más detallada de las diferentes estrategias, las medidas de actuación y tecnologías asociadas la encontraremos en el capítulo 5.

Para un mejor análisis de las posibilidades de intervención existentes, es posible hacer uso de la metodología de **construcción de escenarios**. Se trata de plantear situaciones futuras posibles y las respuestas a proporcionar en cada caso, en base a la incertidumbre sobre algunos factores del contexto o sobre las decisiones y los comportamientos de los actores del proceso.

De esta manera, la metodología de escenarios se puede emplear con dos objetivos:

- Explorar el efecto de diferentes situaciones socio-económicas, tecnológicas o ambientales para una propuesta de intervención determinada.
- Investigar los resultados obtenidos y la percepción de los usuarios sobre éstos, considerando diferentes opciones de intervención.

A partir de los **criterios e indicadores** extraídos en la fase anterior en función de los objetivos marcados, podremos realizar una evaluación multicriterial de las alternativas de intervención existentes en los diferentes escenarios. (Ver anexos A.6.5, A.6.6 y A.6.8).

SESIÓN 3: DEVOLUCIÓN Y ELABORACIÓN DE UN PLAN DE ACTUACIÓN.

En esta tercera fase del trabajo con los agentes sociales, se realiza por parte del equipo técnico una devolución de la información relativa a las alternativas de intervención en el barrio, de manera que estas sean debidamente comprendidas, debatidas y priorizadas.
Este proceso debe contar con una adecuada traducción de las propuestas técnicas adaptada a los distintos actores sociales, de manera que la información pueda ser entendida y valorada por todos ellos.
Los diferentes escenarios y las alternativas de intervención que representan, pueden ser presentados en esta devolución a los actores del proceso, valorando el cumplimiento que permiten de cada uno de los diferentes objetivos que se habían planteado.
El debate sobre las posibilidades de intervención existentes, debe concluir con acuerdos sobre las medidas a implementar, los plazos asumidos y los medios necesarios para ello, así como las tareas de las que se responsabiliza cada uno de los agentes intervinientes.
*Todos estos acuerdos estarán recogidos en el denominado **Plan de Actuación**, que deberá ser consensuado y asumido por las partes implicadas. Ver anexo A.6.7.*

HERRAMIENTAS

Para el análisis de los diferentes escenarios y alternativas de intervención existentes, puede resultar de gran utilidad para el equipo técnico el uso de **herramientas de modelado** que se adapten a los requerimientos de cada caso. En el capítulo 6 de esta guía encontraremos más información y referencias en relación a estas herramientas.

Para facilitar el proceso de toma de decisiones en relación a las actuaciones a poner en marcha, puede resultar de gran utilidad utilizar los denominados **sistemas de apoyo a la toma de decisiones** (SAD o DSS por sus siglas en inglés). Se trata de herramientas que permiten integrar una gran cantidad de datos de entrada y proporcionar, a partir de ellos, información que nos ayude a la toma de decisiones en relación a las opciones de intervención.

Estos sistemas de ayuda a la decisión pueden integrar en ellos herramientas de modelado, así como mecanismos de **evaluación multicriterio**, en base a indicadores estable-

cidos previamente por el grupo de trabajo. Podemos encontrar referencias a algunos de los SAD utilizados en gestión de CUA en el anexo A.3.2 de esta guía.

RESULTADOS

- **Plan de actuación**: definición de las acciones a llevar a cabo para poner en práctica las estrategias planteadas. Debe contener:
  - Medidas y proyectos a desarrollar.
  - Prioridades y programa previsto de los trabajos.
  - Costes y medios disponibles.
  - Responsabilidades y reparto de tareas para su consecución.

FASE 4. IMPLEMENTACIÓN DE LAS MEDIDAS

OBJETIVO

En esta parte de los trabajos, cuya temporización dependerá del programa establecido en el Plan de Actuación, se irán materializando cada una de las medidas seleccionadas, en base al orden y prioridad establecidas en el propio plan.

ACTIVIDADES

- Elaboración de **documentación técnica, diseño y definición constructiva** de soluciones tecnológicas a aplicar. Elaboración de medición y presupuesto.
- **Tramitación** de la documentación requerida ante los organismos competentes: proyectos técnicos, visados, licencias, permisos.
- **Licitación y contratación** de los trabajos.
- Puesta en marcha de las medidas y **ejecución de las obras** necesarias.

En el caso de la implementación de medidas estructurales, incorporar al agente constructor en el diseño final de las soluciones constructivas, puede ayudar a involucrarlo en el proyecto, hacerlo partícipe de los objetivos del mismo, y que de este modo pueda hacer aportaciones coherentes con los objetivos de la intervención a lo largo del proceso constructivo.

SESIÓN 4: INFORMACIÓN Y FORMACIÓN SOBRE LAS MEDIDAS A IMPLEMENTAR

Esta fase puede ser una buena oportunidad para informar y formar a los agentes implicados en la gestión de las soluciones propuestas. Puede ser de utilidad en este sentido conformar una o varias comisiones, con representación de los diferentes actores implicados, para el seguimiento y control de los trabajos.
También existen experiencias exitosas de implicación de mano de obra local en los procesos de rehabilitación urbana, de manera que se generan puestos de trabajo, a la vez que se capacita a los usuarios en la gestión posterior de las tecnologías aplicadas. En este sentido, las denominadas tecnologías "blandas" o "verdes" de gestión del

agua, cuentan con la ventaja de que, contando con las instrucciones adecuadas, permiten que las labores de gestión y mantenimiento puedan ser llevadas a cabo con cierto grado de autonomía por parte de la comunidad, contando siempre con profesionales de la fontanería, la jardinería, etc. para la realización de ciertas tareas, pero sin generar una dependencia tecnológica respecto a los proveedores de los sistemas.

HERRAMIENTAS

- Herramientas para la gestión y control de proyectos.
- Sesiones de formación.
- Material informativo y de divulgación (cartelería, dosieres, etc.).

RESULTADOS

- Ejecución de las medidas previstas.

FASE 5. GESTIÓN, SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN

OBJETIVO

Establecer y llevar a cabo adecuadamente las labores de uso y mantenimiento de cualquier instalación, permitirá por un lado optimizar su funcionamiento y rendimiento, y por otro, logrará alargar su vida útil y de esta manera, mejorar la relación coste-eficiencia de la inversión.

Así mismo, el seguimiento y evaluación de las medidas implementadas permitirá realizar las correcciones oportunas en el Plan de Actuación. De esta manera, el proceso de intervención se transforma en un proceso continuo, dinámico y participado.

ACTIVIDADES

- Elaboración de **Manual de uso y mantenimiento**.
- Establecimiento de un **Plan de seguimiento, control y evaluación** que contenga una definición clara y concreta de las operaciones de mantenimiento y control a realizar: responsabilidades, periodicidad y costes.
- Sesiones de **evaluación** para el análisis de resultados y replanteamiento de las estrategias recogidas en el Plan de Actuación.

SESIÓN 5: ASESORAMIENTO Y FORMACIÓN PARA LA GESTIÓN, USO Y MANTENIMIENTO

El objetivo general de esta fase de trabajo con los actores implicados, y muy especialmente con los usuarios, será asegurar el correcto funcionamiento de las tecnologías aplicadas a lo largo de su vida útil.
Para ello será interesante hacer consciente a la comunidad y dotarla del conocimiento necesario sobre los elementos de la instalación, así como sobre los requeri-

mientos de mantenimiento y control, cómo se realizan y qué tipo de trabajos especializados requerirán.
Será fundamental para el éxito de esta fase, estructurar los mecanismos organizativos que permitan una adecuada gestión (comisiones de trabajo, reuniones periódicas, etc.), y que deben estar recogidos en el Plan de seguimiento, control y evaluación.
Finalmente, el proceso de evaluación deberá contemplar, en primera instancia, un análisis del proceso de participación realizado hasta ese momento y del grado de satisfacción con los resultados obtenidos. En un medio plazo, la evaluación de las mejoras alcanzadas y de la evolución de las medidas aplicadas, en base a la información recogida a través del plan de seguimiento y control, constituirá la base fundamental a la hora de replantear las acciones previstas a largo plazo, mejorando o solventando problemas aparecidos, y comenzando así un segundo periodo de intervención, esta vez sobre la base de la experiencia acumulada.

RESULTADOS

- Manual de Uso y Mantenimiento.
- Plan de seguimiento, control y evaluación.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Butler, D., Memon F.A., Makropoulos, C., Southall, A., Clarke, L. 2010. *WaND: Guidance on water cycle management for new developments*. Editorial Ciria. Londres (Reino Unido).

GEA 21. 2004. *Ecobarrio de Trinitat Nova. Propuesta de Sostenibilidad Urbana. Documento de Síntesis de Estudios Sectoriales*. Barcelona.

Kwok, A., Grondzik, W.T. 2007. *The Green Studio Handbook. Environmental Strategies for Schematic Design*. 1ª Ed. Editorial Elsevier. Oxford (Reino Unido).

Lapanaderia arquitectura y diseño, et al. 2010. *Proyecto rEactúa: Estrategia participativa de concienciación energética asociada a proyectos de rehabilitación energética de edificios de vivienda*. Ministerio de Cultura. Gobierno de España. Sevilla-Madrid.

Philip, R. et al. 2011. *Kit de Capacitación SWITCH. Gestión integral del agua urbana para la ciudad del futuro*. ICLEI European Secretariat. Friburgo (Alemania).

San Francisco Public Utilities Commision. 2009. *San Francisco Stormwater design guidelines*. San Francisco (EEUU).

Sarté, B. 2010. *Sustainable Infraestructure. The Guide to green engineering and design*. Editorial Wiley. New Jersey (EEUU.)

Sassi, P. 2006. *Strategies for sustainable architecture*. Editorial Taylor & Francis. Oxon-New York (EEUU).

Velázquez, I., Verdaguer, C. (Coord. Esp). 2008. *Proyecto Ecocity. Manual para el diseño de Ecociudades en Europa*. Edición en español: Editorial Bakeaz. Bilbao

Anexo A.6. Aplicación al caso de estudio: barrio de Las Huertas (Sevilla).



4 INCORPORACIÓN DE LOS AGENTES SOCIALES

INTRODUCCIÓN

En este capítulo se presentan una serie de reflexiones, sugerencias y herramientas metodológicas para la incorporación de los diferentes agentes sociales en los procesos de rehabilitación integral relacionados con el ciclo urbano del agua.

Como consideración previa, conviene destacar que este texto no se debe tomar como un recetario o protocolo a reproducir al pie de la letra. Es fundamental que los procesos se adapten a las características de los contextos y los grupos sociales. Ver anexos A.6.3 y A.6.7.

LA PARTICIPACIÓN EN LOS PROCESOS DE INTERVENCIÓN URBANA

Participar implica tomar parte, ser protagonistas de lo que nos sucede. Es también, intervenir para responder a nuestras necesidades y demandas; que existan las posibilidades reales para la toma de decisiones sobre los temas que nos afectan, y los mecanismos suficientes para que las personas relacionadas con una situación o problema tengan voz propia en su resolución.

En los procesos de participación urbana, la participación efectiva de los diferentes agentes sociales implicados supone una aproximación al planteamiento y ejecución de propuestas técnicas que respondan a la realidad, necesidades y posibilidades de estos agentes sociales.

Por tanto hay que atender a la necesidad de facilitar el encuentro de diferentes saberes y conocimientos a la hora de plantear intervenciones integrales en barriadas. Se hace imprescindible el encuentro de, al menos, dos tipos de conocimientos: por un lado el técnico que aporta información especializada desde los campos técnico-constructivos, espacial, normativo, y económico, de dinamización social y del funcionamiento de los ecosistemas, y por otro, la ciudadanía que aporta información en la definición de necesidades, expectativas y posibilidades.

En este caso concreto, focalizado en los procesos relacionados con el ciclo urbano del agua, es fundamental que establezcamos desde el principio a quién/quiénes/cómo y cuándo se va a involucrar, y para qué. Y también es importante que tengamos claro si lo que esperamos de los agentes sociales es solamente que sepan que vamos a acometer una serie de intervenciones relacionadas con la mejora en la gestión del ciclo urbano del agua; o si además consideramos que es importante involucrarlos en la realización del diagnóstico que nos va a servir como referencia para las propuestas técnicas; si lo que queremos es además que se involucren en caracterizar conjuntamente aquellos aspectos fundamentales a tener en cuenta para desarrollar análisis multidimensionales sobre las propuestas técnicas y su priorización, o si vamos a ir más allá involucrándolos en las tomas de decisión sobre qué medidas implementar, incluso si se van a implicar en su gestión, seguimiento y mantenimiento.

De aquí en adelante, ofrecemos una serie de recomendaciones a tener en cuenta para facilitar la incorporación de los diferentes agentes en los procesos de rehabilitación integral de barriadas, atendiendo al ciclo urbano del agua, recomendaciones que hay que tener en cuenta independientemente del nivel de participación al que hayamos decidido llegar (si solo queremos informar, involucrar a los agentes en el diagnóstico, etc.).

4.1. MARCO DE PARTICIPACIÓN

El primer paso consiste en definir con claridad el marco general de la intervención con la comunidad y el territorio. A tal fin planteamos dos preguntas que orienten al equipo técnico (tanto social como tecnológico) a la hora de plantearse este tipo de intervenciones.

A. ¿QUIÉN IMPULSA?

Se debe tener claro quién impulsa el proyecto de rehabilitación. Este tipo de proyectos pueden venir impulsados tanto por entidades de la administración pública, colectivos ciudadanos o una combinación de ambos. Saber quién/quiénes impulsan nos puede servir para detectar dónde reforzar alianzas y anticiparnos a las posibles resistencias por parte de otros agentes.

B. ¿QUÉ SENTIDO TIENE EL PROCESO DE PARTICIPACIÓN?

De cara a planificar el proceso de participación se debe clarificar cuál es el sentido de lo que se pretende conseguir, es decir, a qué nivel de participación pretendemos llegar[1].

Consideramos fundamental definirlo y comunicarlo desde el principio con todos los agentes implicados.

Planteamos cinco posibilidades o niveles de participación:

- Informar
- Involucrar en el diagnóstico.
- Definir criterios.
- Decidir.
- Gestionar.

4.1.1. INFORMAR

Consideramos que la información a los diferentes agentes sociales es necesaria aunque no suficiente para involucrarlos en este tipo de procesos.

Tanto si se decide solo informar, como si se plantea la necesidad de seguir avanzando de nivel de participación, conviene:

- Utilizar formatos, códigos y lenguajes adaptados a la realidad de cada grupo - agente social.
- Garantizar una aproximación eficiente: contando con informantes clave, es decir personas significativas en los diferentes contextos.

4.1.2. INVOLUCRAR EN EL DIAGNÓSTICO

Llegar a este nivel, evidentemente implica al anterior, y además permite una aproximación a la realidad que facilitará que las propuestas técnicas respondan más y mejor a las características, posibilidades y necesidades de la población. Básicamente se busca restar abstracción a los diagnósticos basados en datos y análisis técnicos. De esta fase debe extraerse un mapa de problemas de la barriada. Para ello recomendamos, además de lo anterior:

- Involucrar a los agentes sociales en la propia definición y ejecución de diferentes aspectos del propio diagnóstico.

Fig. 4.1. Diagnóstico con vecinos y vecinas del barrio de Las Huertas (Sevilla).



Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo: Si existen grupos organizados de vecinas y vecinos nos van a dar más información sobre la realidad social de la barriada, proporcionarán información sobre maneras de aproximarse, de involucrarlos, horarios, disponibilidades, formas de contactar, de optimizar la asistencia en las jornadas de trabajo... También nos darán información sobre cómo se organizan a la hora de tomar decisiones que atañen a la comunidad, relaciones informales entre los diferentes agentes, clima que se respira, etc.

4.1.3. DEFINIR CRITERIOS

En este nivel la propuesta consiste en involucrar a los agentes en la definición de criterios para el análisis posterior de las propuestas técnicas.

Ejemplo: Si el nivel socioeconómico de la barriada es bajo y/o existe una elevada tasa de paro, uno de los criterios principales a tener en cuenta será el económico, respecto al ahorro o al bajo coste.

Para ello se recomienda:

- En primer lugar priorizar las problemáticas más destacadas de la barriada con todos los agentes implicados.
- Definir conjuntamente cuáles serán los criterios que después se aplicarán al análisis multidimensional de las medidas propuestas. Estos criterios deberán de alguna manera dar respuesta a las principales problemáticas de la barriada.

4.1.4. DECIDIR. PARTICIPACIÓN DE LOS DIFERENTES AGENTES EN LA TOMA DE DECISIONES

En este nivel los diferentes agentes participarán en la selección de propuestas, teniendo capacidad de priorizar y decidir sobre las soluciones técnicas que finalmente se implementen en la barriada.

Este nivel también integraría a los anteriores. Debe quedar aclarado y asumido por todas las partes involucradas desde el principio. Para ello recomendamos:

- Definir las decisiones a tomar: sobre qué aspectos se va a involucrar a los diferentes agentes en la toma de decisiones.
- Definir los espacios de tomas de decisiones: cuáles y cuándo serán (asambleas, consejos ciudadanos, comisiones especializadas...). Es preciso definirlas, comunicarlas y que estén aceptadas por todos los agentes involucrados.
- Definir los mecanismos: procedimientos de debate, procedimientos para la realización de propuestas o contrapropuestas, la representatividad, o la propia fórmula de toma de decisiones (consenso, mayoría, mayoría simple, u otras fórmulas).

Ejemplo: Se proponen un conjunto de alternativas, y una asamblea de vecinas y vecinos y resto de agentes (como ejemplo de espacio y mecanismo de toma de decisiones) debate y toma una decisión sobre la conveniencia o no de poner en marcha unos huertos urbanos.

4.1.5. GESTIONAR

Incorpora todos los niveles anteriores y además añade la organización del conjunto de tareas que se desprenden del diseño, implementación y gestión del Plan de Actuación, y de la evaluación y seguimiento del conjunto de propuestas que se implementen, así como la implicación de los agentes involucrados en la gestión de las soluciones técnicas. Para ello se crearán las estructuras necesarias, con especial hincapié en el reparto de tareas derivadas de la puesta en marcha de las medidas que se hayan adoptado.

Ejemplo: Quién/quiénes y cómo se gestionará la implementación de huertos urbanos. Otro ejemplo podría ser la creación de una comisión de seguimiento y evaluación de un plan para la instalación de paneles solares para abastecer agua caliente sanitaria a las viviendas.

4.2. CARACTERIZACIÓN DE AGENTES Y SU RELACIÓN CON EL TERRITORIO

Una vez que tenemos decidido cuál es el marco de participación, se hace imprescindible contar con el conjunto de agentes sociales que intervienen en el territorio, o que cumplen una función relacionada con el objeto de estudio. En cada caso la relevancia y características de los agentes serán distintas, así como las relaciones entre ellos y el grupo promotor.

De cara a su sistematización podemos establecer la siguiente categoría de agentes.

A) CIUDADANÍA:

- Personas que viven o trabajan en el territorio.
- Personas que forman parte de asociaciones de vecinos. Ciudadanía organizada.
- Personas que tienen una labor representativa -presidentes/as de comunidad, etc.
- Personas clave en la historia del territorio. Informantes clave.
- Otras (propietarios de los inmuebles...).

B) ADMINISTRACIONES PÚBLICAS:

- Ayuntamiento y/o Diputaciones -Cabildos-. Servicios dependientes de la administración local –servicios de aguas, servicios sociales comunitarios, parques y jardines, zonas deportivas, etc. -
- Comunidad Autónoma. Servicios dependientes de la administración autonómica -Colegios Públicos, Centros de Salud, etc.-.
- Estado Central. Servicios dependientes de la administración central -Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, etc.-.
- En el caso de vivienda social en régimen de alquiler, administración pública propietaria de los inmuebles.

C) ECONOMÍA Y EMPRESAS:

- Comercios o empresas locales.
- Empresas pertenecientes a la economía social y solidaria.
- Empresas de gestión de servicios para la comunidad: administradores, limpieza y mantenimiento de bloques, empresas de servicios energéticos, etc.
- Empresas Públicas o Privadas – u otras entidades sociales- responsables de la gestión del agua.
- Empresas Públicas o Privadas responsables de otros servicios: energía, mantenimiento del espacio público (jardinería, limpieza y residuos), etc.

Estos agentes serán convocados por diversos canales para contribuir con sus opiniones y percepciones al objeto de estudio.

D) EQUIPO TÉCNICO MOTOR:

Tendrá como finalidad definir el proceso completo de intervención integral de barriadas y en particular la integración de los agentes sociales. Será un espacio/grupo de trabajo desde saberes diversos y donde se debe cubrir al menos tres planos de conocimiento:

- Personas con capacidad y conocimientos sobre el funcionamiento del ciclo hidrológico y del ciclo urbano del agua.
- Personas con capacidad y conocimientos sobre las dinámicas sociales de un territorio y sobre la dinamización y participación de grupos sociales.
- Personas con capacidad y conocimientos técnicos para proponer estrategias o soluciones tecnológicas que incorporen los criterios y saberes anteriores.

Este equipo técnico motor impulsará diferentes espacios de interlocución con los diferentes agentes descritos, para que tengan la posibilidad de definir su participación en el proceso de intervención.

Para la caracterización de los agentes y su relación con el territorio conviene identificar:

- El conjunto de agentes que intervienen, sus características y sensibilidad respecto al ciclo urbano del agua.
- Las necesidades e intereses que trascienden al mismo, aquellos relacionados con los anhelos y retos de las personas de la comunidad, desde la cercanía y el contacto directo. Nos interesa obtener información sobre la situación socioeconómica y laboral de la población, edades, modelos familiares, maneras de organizarse a la hora de tomar las decisiones, presencia de grupos organizados (Asociaciones de vecinos y vecinas, peñas, asociaciones juveniles, etc.), relaciones intergeneracionales, etc. Toda esta información es necesaria para posteriormente proponer estrategias y propuestas técnicas que se adapten a la realidad de la comunidad y que respondan a sus necesidades y posibilidades.

Para que se produzca esta caracterización de agentes y diagnóstico de la realidad necesitamos:

— Identificar las principales fuentes donde obtener información acerca del territorio (Ayuntamientos, entidades, empresas públicas o privadas, etc.).
— Recopilar información básica del territorio y sus agentes (estadísticas sociales y demográficas, estudios anteriores, etc.).
— Tomar contacto telefónico o presencial con agentes clave.

- Para ello algunas de las herramientas que se pueden utilizar son:
  — Entrevistas abiertas o semi-estructuradas con agentes clave.
  — Paseos por el barrio o derivas con vecinos y vecinas.
  — Cuadernos de campo o fichas de recogidas de datos cualitativos —opiniones y percepciones de las personas contactadas—.
  — Flujogramas.
  — Mapas sociales.

La elaboración de esta información permitirá la definición del marco de trabajo y las características de la comunidad.

4.3. DEFINICIÓN Y DESARROLLO DE ESTRATEGIAS Y HERRAMIENTAS PARA EL TRABAJO CON LOS AGENTES SOCIALES[2]

En función de las características del territorio, comunidad e interacción entre los diferentes agentes sociales, y del nivel de participación que se quiera alcanzar, se definen qué tipo de herramientas son las más adecuadas para incorporar a estos agentes en el proceso de intervención urbana. Evidentemente no se desarrollará la misma estrategia ni se usarán las mismas herramientas si se pretende solo informar, que si se aspira a conseguir involucrar al conjunto de agentes sociales en la gestión de las propuestas técnicas implementadas.

Para seleccionar las herramientas más adecuadas conviene tener en cuenta (al menos) los siguientes aspectos:

- Los objetivos del proyecto de intervención. ¿Qué queremos conseguir?
- En qué momento estamos ¿Estamos en el diagnóstico? ¿Queremos que los agentes se impliquen en la definición de indicadores a tener en cuenta para la selección de propuestas técnicas? ¿Queremos que los agentes sociales validen o evalúen las propuestas técnicas? ¿Estamos definiendo cómo se va a gestionar alguna de las propuestas? Etc.
- Las características de la comunidad y sus agentes. ¿Con quiénes?
- Los antecedentes en el territorio en materia de intervención social. ¿Qué experiencias han vivido en la comunidad con anterioridad?
- Los recursos, tiempos, plazos y planificaciones tanto del proceso de intervención como de los diferentes agentes. ¿Con qué, cuándo, dónde?
- Las capacidades y posibilidades del equipo motor. ¿Qué sabemos y qué podemos hacer?

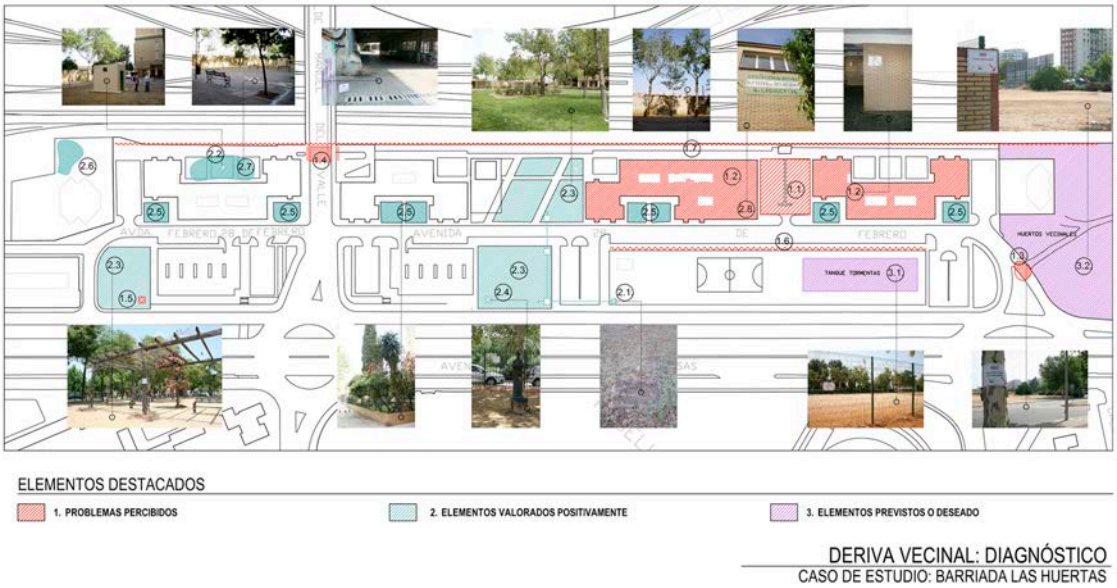
Como resultado deberíamos obtener una serie de herramientas secuenciadas que dan como resultado una estrategia de trabajo que responde a los objetivos que vamos persiguiendo.

> *Ejemplo: en una barriada queremos conseguir que la población se involucre en el diagnóstico de la realidad. Se pueden combinar, entrevistas semi-estructuradas, deriva vecinal, campañas de comunicación para convocar los grupos de discusión, grupos de discusión y una difusión de información –para la devolución- mediante teatro de calle, acto público, cartelería informativa, informes, etc.*

Para el desarrollo de la estrategia de trabajo con los agentes sociales, y con independencia del conjunto de herramientas que se puedan llevar a cabo, establecemos ciertos aspectos comunes que consideramos imprescindibles para conseguir los resultados deseados a modo de orientación del proceso. Recomendamos que estos aspectos se tengan en cuenta sea cual sea el nivel de participación al que se pretenda llegar: informar, involucrar en el diagnóstico, participar en la toma de decisiones o gestionar.

— **Generar confianza:** la relación entre el equipo motor y la comunidad se basa en la confianza de ésta en sus componentes, en la certeza de que la información, opiniones y datos que pueden aportar es significativo desde el punto de vista de su utilidad. El tiempo que se dedica a explicar, dar respuestas, escuchar las visiones de la ciudadanía y el conjunto de agentes sociales, posibilitará el desarrollo fluido de la estrategia que hemos definido.

Fig. 4.2. Deriva vecinal por el barrio de Las Huertas (Sevilla).



Fuente: Elaboración propia.

Ejemplo: podemos mantener entrevistas informales, visitas, reuniones de presentación, derivas por la zona y cuantas actividades posibiliten el conocimiento mutuo entre agentes clave de la comunidad y equipo motor, así como su manera de relacionarse con y en el territorio. Hacemos un paseo por el territorio con junta directiva de asociación vecinal.

— **Generar identidad común:** en función de las características de la comunidad, de sus agentes, de las relaciones que intervienen y sobre todo de la identidad del propio territorio, se pone en marcha una campaña de comunicación que dé a conocer el proceso de intervención urbana, haciendo del proceso algo conocido, cotidiano.

Ejemplo: realizar acciones de creatividad donde se solicita la participación de la comunidad en la difusión de mensajes relacionados con convocatorias de reuniones. Desarrollo de una campaña de comunicación basada en cartelería donde se señalen en la barriada diferentes zonas relacionadas con el ciclo urbano del agua que previamente han destacado las vecinas y vecinos: fuentes, canalizaciones en buen o mal estado, humedades, zonas verdes, zonas de encharcamiento, etc.

Fig. 4.3. Campaña de comunicación “Agua de las Huertas” (Sevilla).



Fuente: Elaboración propia.

— **Generar complicidad:** definir y realizar las acciones necesarias para que el conjunto de la comunidad (y resto de los agentes involucrados) intervenga en la definición del proceso de intervención urbana, aporte sus visiones, información, datos y planteamientos, desde la comprensión de que son un actor clave que se beneficia del conocimiento generado. En este punto el objetivo es contar con la mayor colaboración posible de los diferentes agentes del territorio.

> *Ejemplo: establecemos un reparto de tareas acorde con los niveles de participación previsto con cada uno de los agentes, posibilitando la realización de actividades conjuntas. La asociación de vecinos y vecinas convoca un grupo de discusión.*

4.4. DEVOLUCIÓN Y CONSTRUCCIÓN DE CONCLUSIONES

La devolución es una parte fundamental en el proceso. Es el momento en el que devolver a los diferentes agentes la información generada durante la fase en la que han participado. En el caso de la etapa de información, es el momento de hacer llegar a los diferentes agentes involucrados el conjunto de la información que se ha facilitado por parte de todos los agentes. Si se han involucrado en el diagnóstico, es el momento de compartir la información y el análisis realizado y también es el momento de retroalimentar con las propuestas de los agentes. O en el caso de decidir sobre las propuestas técnicas, es el momento de ponerlas en común y priorizar o seleccionar las propuestas a implementar.

Esta fase, es muy importante desde la óptica de la propia comunidad, donde se percibe de forma clara la utilidad de su participación en la intervención urbana. Después de recorrer un camino donde hemos generado confianza, identidad común y complicidad con la comunidad, es el momento de generar conocimiento (multidireccional del vecindario, equipo técnico, entidades locales, etc. al resto de agentes y viceversa).

Este conocimiento se refiere a la relación entre los datos, las propuestas técnicas y las visiones de los diferentes agentes de la comunidad sobre los elementos que intervienen en su implementación, estableciendo categorías diferenciadas de viabilidad de cada una de las medidas propuestas. Con este conocimiento generado se consigue como mínimo que el vecindario –y resto de agentes- tengan más información para incorporar nuevos criterios socios ambientales y/o tecnológicos en la toma de decisiones, y para que el equipo técnico conozca mejor las necesidades y posibilidades de la comunidad facilitando la elaboración de propuestas más adaptadas a la realidad.

La devolución es una fase imprescindible para cualquier proceso de intervención urbana con participación de agentes sociales, con independencia del nivel que se haya definido en el primer paso (informar, involucrar, definir criterios, decidir o gestionar). Esto no quiere decir que deba corresponderse exclusivamente a una etapa final, los procesos de devolución deberán reproducirse tantas veces como sea necesario.

Las devoluciones deben contar con al menos los siguientes aspectos:

- **Traducción de las informaciones técnicas:** toda la información que se dirija a la comunidad debe contener un lenguaje y formas de expresión entendibles para la mayoría de las personas, huyendo en todo lo posible de los tecnicismos, haciendo comprensible el conjunto de opciones técnicas fruto del estudio, lo que implica un serio esfuerzo por la organización de la información.
- **Espacios de diálogo.** La devolución debe contener no solo la emisión de información, sino el retorno u opiniones de la comunidad a los resultados obtenidos.
- **Herramientas de información:** utilizar dossiers, informes y cualquier otro formato que les permita a los diferentes sectores implicados contar con la información, resultados y conclusiones del estudio para su utilización en las dinámicas y prácticas cotidianas por parte de los diferentes agentes.

Y para concluir, recordamos la importancia de evaluar continuamente el proceso para así ir ajustando las diferentes estrategias de trabajo propuestas con los diferentes agentes. También hay que insistir en la importancia de una evaluación final, en la que valorar el grado de consecución de objetivos, las herramientas seleccionadas y aplicadas, y los resultados realmente obtenidos.

NOTAS

1 - Para la incorporación de los agentes sociales en los procesos expuestos en esta guía se recomienda llegar al último nivel.
2 - Creemos necesaria esta aclaración para que no se genere confusión con la fase del proceso, explicada en el capítulo anterior, referida a la definición de las estrategias de intervención urbana.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Alberich, T. et al. 2009. *Metodologías Participativas, Manual*. Observatorio internacional de Ciudadanía y Medio Ambiente Sostenible (CIMAS). Madrid.

Butler, D. et al. 2010. *WaND: Guidance on water cycle management for new developments. 5. Stakeholder engagement*. Editorial Ciria. Londres (Reino Unido).

Cembranos, F. y Medina, J.A. 2003. *Grupos inteligentes. Teoría y práctica del trabajo en equipo*. Ed. Popular. Madrid.

Encinas, J., Domínguez, M., Ávila, M.A., Alcón, R. y López, J. M. (Coords). 2007. *La ciudad a escala humana. Democracias participativas 5*. Ed. Unilco. Sevilla.

Heras Hernández, F. 2002. *Entretantos. Guía práctica para dinamizar procesos participativos sobre problemas ambientales y sostenibilidad*. Editorial Gea. Valladolid.

Oliveras, R., Mesías, R. y Romero, G. 2007. *Herramientas de Planeamiento Participativo para la Gestión Local y el Hábitat*. PNUD.

Osorio, C. 2015. *La gestión del agua. Implicaciones de la participación de expertos y ciudadanos*. Ed. Los libros de la catarata. Madrid.

Philip, R. et al. 2011. *Kit de Capacitación SWITCH. Módulo 2: Las partes involucradas. Involucrando a todos los actores*. ICLEI European Secretariat. Friburgo (Alemania).

Vercauteren, D., Crabbe, O., Müller, T. 2010. *Micropolíticas de los grupos para una ecología de las practicas colectivas*. Traficantes de Sueños. Madrid.

Anexo A.6. Aplicación al caso de estudio: barrio de Las Huertas (Sevilla).

5
ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN



5.1. ABASTECIMIENTO

5.1.1. SITUACIÓN ACTUAL Y NUEVO MODELO DE GESTIÓN

Actualmente en Andalucía, con aproximadamente un 5% de los recursos naturales hídricos disponibles, se satisfacen las necesidades de abastecimiento domiciliario de toda la población, que cuenta, casi en su totalidad, con un servicio regular, garantizado y a domicilio de en torno a 120-130 l/p.día.

Partiendo de esta positiva realidad, ha de señalarse que al analizar en detalle la gestión del abastecimiento de agua en los núcleos urbanos de nuestra comunidad, se detectan algunos fallos en el sistema como:

— Déficits de infraestructuras o de gestión que afectan, fundamentalmente, a pequeñas y medianas poblaciones y, ocasionalmente, a grandes aglomeraciones, consecuencia del fuerte y rápido proceso de expansión urbana experimentado en las últimas décadas.
— Crecimiento de la demanda por parte del turismo residencial y de la industria del ocio.
— Pérdidas en las redes de distribución.
— Problemas de calidad de las fuentes de recursos hídricos, que se multiplican y agravan como consecuencia de la intensificación de los usos agro-pecuarios, turístico-residenciales e industriales del territorio, así como por la emergencia de nuevos procesos de contaminación.

Como dato positivo, cabe señalar la tendencia decreciente del consumo de agua en términos unitarios (dotaciones en l/p.día) y absolutos (hm^3/año), teniendo en cuenta que la población se ha incrementado, sin menoscabo de la calidad de vida de la ciudadanía.

A pesar de los avances conseguidos hasta la fecha mediante la concienciación social y otras medidas técnicas, económicas y sociales, es posible seguir realizando mejoras en el sector. Para ello, es necesario:

— Completar la incorporación de dispositivos y electrodomésticos hidroeficientes en la totalidad de los edificios para seguir reduciendo la demanda de agua por parte de éstos.
— Utilizar **recursos alternativos** a las fuentes hídricas tradicionales, que reduzcan la presión sobre los ecosistemas naturales. Para ello, se propone la optimización del consumo de agua potable potenciando la **"adecuación de calidades"** a los usos ("fit for purpose"), mediante la **reutilización y/o reciclaje de las aguas** aprovechando flujos antes desperdiciados (aguas pluviales, las aguas grises, etc.).
— **Aumentar el control y el mantenimiento de las redes** para la reducción de la demanda debida a pérdidas.
— Mejorar la eficiencia de los usos exteriores, a través de sistema de **jardinería hidroeficientes**.
— Potenciar **soluciones en el ámbito energético** en aspectos relacionados con el abastecimiento de agua.

5.1.2. NORMATIVA ESPECÍFICA DE APLICACIÓN

NORMATIVA EUROPEA

Directiva 98/83/CE relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano. Establece los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

Directiva 2008/105/CE relativa a las normas de calidad ambiental (NCA) en el ámbito de la política de aguas. Su objeto es establecer normas de calidad ambiental para las sustancias prioritarias y para otros contaminantes, con el objetivo de conseguir un buen estado químico de las aguas superficiales. Por ella, se modifica la Directiva 2000/60/CE.

Directiva 2009/90/CE por la que se establecen las especificaciones técnicas del análisis químico y del seguimiento del estado de las aguas. Complemento a la regulación establecida hasta la fecha en relación al seguimiento del estado químico de las aguas.

Consulta sobre la revisión de la Directiva relativa al Agua Potable (DAP) que ha sido lanzada recientemente por la CE. La organización Agua Pública Europea (APE) participa como grupo de expertos.

NORMATIVA ESTATAL

Real Decreto 140/2003 por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano. Transposición de la Directiva 98/83/CE.

Real Decreto 60/2011 sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas. Relativa a las normas de calidad ambiental (NCA), también incorpora los requisitos técnicos sobre análisis químicos. Transposición de las Directivas 2008/105/CE y 2009/90/CE.

Real Decreto 1620/2007, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. Establece las condiciones básicas para la reutilización de las aguas, precisando la calidad exigible a las aguas depuradas según los usos previstos.

Real Decreto 907/2007 por el que se aprueba el Reglamento de la Planificación Hidrológica y Orden ARM 2656/2008 por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica. Entre otras cuestiones de interés para la ordenación del ciclo urbano del agua, el Reglamento y con mayor detalle la Instrucción definen los estándares de referencia para las dotaciones según características de la población, las garantías y los niveles de eficiencia (ratio de agua no facturada sobre agua suministrada total) que deben alcanzar los sistemas.

Real Decreto 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, modificado conforme a la Ley 8/2013, de Rehabilitación, Regeneración y Renovación Urbanas. Exigencia básica HS 4: Suministro de agua.

Normas UNE. Las que afectan más directamente a este sector son la UNE-EN 805:2000 "Abastecimiento de agua. Especificaciones para redes exteriores a los edificios y sus componentes", la UNE-EN 806-3:2007, "Especificaciones para instalaciones de conducción de agua destinada al consumo humano en el interior de edificios" y la UNE 149201:2008, "Dimensionado de Instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios".

NORMATIVA ANDALUZA

Decreto 120/1991 por el que se aprueba el Reglamento del Suministro Domiciliario de Agua en Andalucía.

Decreto 47/2004 de Establecimientos Hoteleros. Es especialmente interesante el Artículo 49 sobre requisitos de instalación de aguas grises, regeneradas y pluviales para hoteles y hoteles-apartamentos. Se modificó más tarde con el Decreto 492/2008 de modificación del Decreto 47/2004 de Establecimientos Hoteleros.

NORMATIVA MUNICIPAL

Reglamentos reguladores de prestación del servicio de agua y saneamiento de los servicios municipales o compañías de aguas. Como ejemplo de la compañía suministradora del área metropolitana de Sevilla está el Reglamento regulador de prestación del servicio de abastecimiento de EMASESA.
Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento y Saneamiento del servicio municipal o compañía de aguas. En el caso de EMASESA, específicas para las redes de abastecimiento se emitieron las Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento.

5.1.3. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN

En general, la mayoría de las estrategias para la mejora del abastecimiento urbano son aplicables en las diferentes escalas de intervención (ciudad, barriada, bloque y vivienda), con la diferencia fundamental de la creciente complejidad de gestión según se eleva la escala de la intervención, por el mayor número de agentes sociales y la mayor divergencia de intereses implicados.

Existen medidas preventivas, como las medidas no estructurales, relativas a la concienciación, difusión y educación de usuarios, a la formación de técnicos o al fomento de la investigación sobre estos temas; y medidas estructurales, como las que se refieren a implantación de dispositivos de ahorro, creación de galerías de servicio, introducción de sistemas de aprovechamiento de pluviales, reutilización de aguas grises o sistemas de jardinería hidroeficiente.

En principio, es posible implementar la mayoría de estas medidas en el ámbito de la rehabilitación, aunque los requerimientos espaciales y constructivos, así como la inversión necesaria (especialmente en determinadas situaciones socioeconómicas), pueden llegar a hacer inviables algunas de ellas.

• MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Resulta fundamental promover la creación de una concienciación ambiental, pero se ha comprobado su mayor efectividad cuando estas campañas van acompañadas de recomendaciones o normativas que describen las pautas que se deben cumplir, como en el caso del control del uso del agua para el abastecimiento de piscinas recreativas o para el riego de jardines y campos de golf.

MNE 1. MEDIDAS ECONÓMICAS Y NORMATIVAS

— **Subvenciones y ayudas a la financiación** para reformas en la edificación, enfocadas a una gestión sostenible del agua. Hasta ahora han sido llevadas a cabo generalmente por organismos municipales.

— **Tarifación por bloques:** bonificación por uso eficiente y penalización por consumos excesivos. Estas políticas se han llevado a cabo por un número importante de compañías suministradoras.
— **Elaboración de normativas y planes para la reducción de la demanda.** En España, hay casos de elaboración de legislación a nivel autonómico, y también a nivel municipal como *Planes Municipales de Gestión de la Demanda, Planes Integrales de Ahorro de Agua* (PIAA) u *Ordenanzas Municipales* específicas que recogen aspectos relacionados con la gestión sostenible del agua.
— **Elaboración de guías de recomendaciones a usuarios para la mejora de la gestión del agua.** Encontramos ejemplos tanto en las comunidades autónomas como en el ámbito municipal. En Andalucía, destaca como ejemplo, que posteriormente fue seguido por otros muchos municipios andaluces, la *Guía para un Consumo Sostenible* perteneciente a la Campaña de Ahorro PLANCINCO de EMASESA.
— **Certificaciones de productos.** Esta práctica introduce los controles de calidad en un campo relativamente nuevo como es la Gestión Sostenible del Agua.

MNE 2. MEDIDAS SOCIALES Y EDUCATIVAS

— **Campañas para cambio de hábitos, de concienciación, información, divulgación, difusión y educación.** Esta es una de las prácticas más extendidas para fomentar la "nueva cultura del agua" tanto a nivel nacional como internacional.
— **Campañas de asesoramiento técnico para usuarios y profesionales.** Es importante destacar, junto con este tipo de campañas de asesoramiento, la necesidad de elaborar también material como guías y otro tipo de herramientas (programas de cálculo, etc.) enfocadas a los técnicos implicados en los procesos..
— **Fomento de seminarios, publicaciones y trabajos de investigación sobre el tema.**

• MEDIDAS ESTRUCTURALES

ME 1. DISPOSITIVOS DE AHORRO DE AGUA

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

Se trata de mecanismos o dispositivos que se colocan en las instalaciones de tipo hidráulico de los edificios y cuya finalidad es reducir la demanda de agua potable proporcionando el mismo servicio.

CRITERIOS DE APLICACIÓN

Es posible usarlos en edificios de cualquier uso y escala.

La alta viabilidad de esta propuesta en edificios residenciales se basa en que se puede desarrollar a nivel particular, es decir, de manera individual por parte de cada usuario, al no ser necesario ningún acuerdo con el resto de los vecinos. Esta gran ventaja, junto con su relativo bajo coste, permite su implantación sin grandes esfuerzos y sin pérdida de confort, siendo por esta razón la tecnología más extendida.

Algunos de estos dispositivos se adaptan fácilmente a griferías ya existentes, por lo que podemos afirmar que es una tecnología muy útil y apropiada en obras de rehabilitación.

REQUERIMIENTOS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS

Estas medidas no necesitan ningún espacio adicional para su implantación, lo cual las hace mucho más económicas y viables, también en rehabilitación.

En cuanto a la complejidad de su implantación, los sistemas adicionales -que se colocan en aparatos ya existentes- suponen operaciones que pueden ser realizadas por el propio usuario. En cambio, en aquellos casos en los que se produce la sustitución de un aparato o alguno de sus componentes, ésta suele precisar de personal especializado.

Fig.5.1.1. Detalle aireador grifo, inodoro de bajo consumo y reductor de volumen de cisterna.







PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

— **Demanda real y su distribución:**

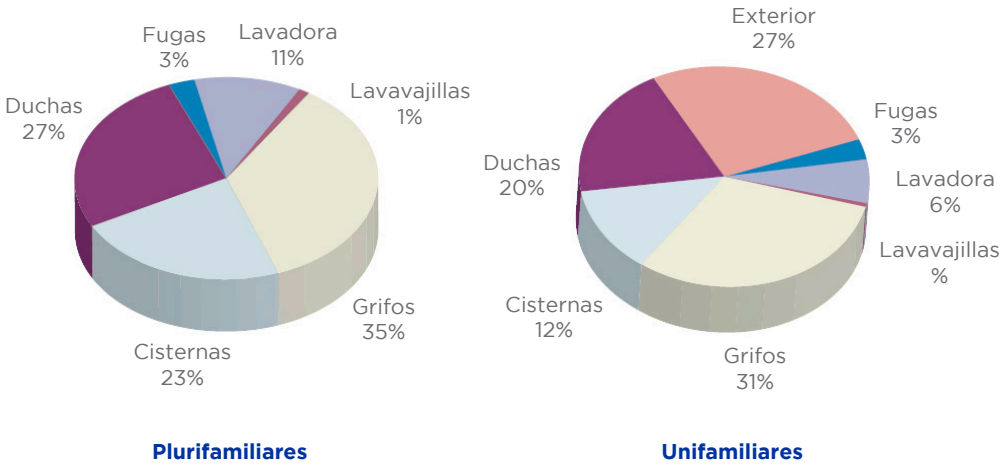
El volumen total del consumo doméstico y su desglose en diferentes usos pueden variar según el clima, la tipología de vivienda, las tasas de ocupación, los hábitos, el poder adquisitivo, etc. Será de gran utilidad conocer datos reales de consumo en el área de estudio para poder evaluar adecuadamente las potencialidades de ahorro.

Lo ideal es partir de los valores de distribución de la demanda en los diferentes "micro-componentes" en las viviendas del lugar en cuestión, siendo este un dato que difícilmente estará disponible. Existen en España dos estudios importantes al respecto:

— El realizado por el Instituto Tecnológico del Agua de la Universidad Politécnica de Valencia, recogido en el artículo Urban water demand in spanish cities by measuring end uses consumption patterns (Demanda de agua urbana en ciudades españolas a través de la medida de patrones de consumo de usos finales) (Gascón, L. et al, 2004). Estudio realizado mediante la medición real de los consumos en un total de 64 edificios de viviendas (sin jardín) de cuatro ciudades de la costa mediterránea española.

— Estudio del Canal de Isabel II (empresa gestora de agua de Madrid), denominado "Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid" (Cubillo,F. et al 2008). Monitorización de consumos reales de un total de 983 viviendas de la comunidad de Madrid de distintas tipologías.

Fig. 5.1.2. Distribución de usos finales de la demanda doméstica por tipologías de vivienda.



Fuente: Canal de Isabel II (Cubillo, F. et al, 2008).

Una buena comprensión de los usos finales, en función de los diferentes usuarios y del uso del edificio (públicos, viviendas, hoteles, etc.), permite a los programas de eficiencia de agua identificar dónde se conseguirá una mejor relación coste-eficiencia.

— **Tipo de instalaciones existentes:**

Hacer un estudio detallado de la antigüedad de las instalaciones de agua existentes, así como de los dispositivos instalados en los cuartos húmedos (tipo de grifos, de cisternas, cabezales de ducha, etc.) nos permitirá conocer las posibilidades de inserción de los nuevos dispositivos de ahorro, y por tanto la capacidad de disminución de la demanda total en el área de estudio. (Ver Cuestionario en anexo A.6.2).

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Según la clasificación utilizada en el conjunto de Fichas Tecnológicas (anexo A.4.1):
AB -01: Dispositivos de bajo consumo para grifos y rociadores.
AB -02: Griferías hidroeficientes.
AB -03: Inodoros y urinarios hidroeficientes.
AB -04: Electrodomésticos de bajo consumo hídrico.

RESULTADOS PREVISIBLES

Se consigue una reducción importante del consumo de agua, sin disminuir en ningún momento la calidad de vida del usuario, mediante un uso más eficiente del recurso. Según diferentes fuentes, estos dispositivos pueden disminuir el consumo doméstico de agua entre 20 y 40 % sin una gran inversión inicial y sin pérdida de confort.

El ahorro de agua va unido a un ahorro energético, ya que las infraestructuras necesarias para su captación, bombeo, transporte, tratamiento y almacenamiento, al trabajar con menos caudal, consumen menos energía. Es especialmente relevante, en el uso doméstico, la reducción del consumo de energía producido a través del ahorro de agua caliente sanitaria (ACS), obtenido principalmente a través de la reducción de la demanda de agua en bañeras y duchas.

ME 2. GESTIÓN ACTIVA DE FUGAS

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

Se trata de medidas que se aplican en las instalaciones de tipo hidráulico, tanto a nivel urbano como edificatorio, y cuya finalidad es disminuir la demanda de agua potable de las redes urbanas mediante la reducción de las pérdidas del fluido a lo largo de su recorrido desde los depósitos de almacenamiento urbano hasta los grifos de los usuarios finales.

Algunas medidas tienen carácter preventivo, para evitar que se produzcan las fugas en el futuro (estudio previo del terreno en redes enterradas, proyecto de galerías de servicios o sistemas similares -cámaras de instalaciones, suelos y techos técnicos-, elección de materiales y sistemas de juntas adecuados, etc...), **otras permiten mejorar la capacidad de detección** (galerías de servicios, la frecuencia del mantenimiento, utilización de métodos físicos-organolépticos, contabilización de consumos por tramos, etc.) y, **por último, hay medidas para facilitar la reparación y sustitución de redes** (instalación de grupos de presión de caudal variable, ajuste de las presiones, reajuste de diámetros, cambio de materiales y sistemas de juntas, etc.).

CRITERIOS DE APLICACIÓN

Se pueden aplicar estas técnicas a nivel urbano y a nivel de la edificación y, en este último caso, en edificios de cualquier uso y escala.

En las medidas de tipo preventivo, en aquellos casos en los que las tuberías discurren enterradas bajo rasante, es muy importante conocer las características del terreno pues algunos pueden originar tensiones en la red que generen fugas en el futuro, como los terrenos de arcillas expansivas. También la profundidad del nivel freático es importante. Para reducir problemas en el futuro, el hecho de que las instalaciones discurran por **galerías de servicio** es una buena solución, pues supone una protección adicional de las mismas que, además, facilitará la detección de fugas así como la sustitución o renovación de las redes.

5.1.3. Galerías de servicios. Esquema e imagen de galería del aeropuerto de Málaga.



Fuente: Proes.es

La introducción de **contadores individuales** también es una medida de control de "fugas" con una alta efectividad en la reducción de consumos (en parte por lo que suponen de concienciación del ciudadano) y es muy recomendable realizarla, con la limitación de sus necesidades espaciales, en casos de rehabilitación, donde las obras en las que la reparación, renovación y la sustitución de redes son medidas muy frecuentes.

REQUERIMIENTOS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS

Es complicada la detección de fugas y más costosa la reparación y sustitución de redes si no hay un sistema para ubicar las instalaciones, como las galerías de servicios u otro similar (suelos técnicos, techos técnicos, etc.). No obstante, estos sistemas deben ser considerados desde la fase de proyecto y requieren de un espacio adicional que hay que reservar.

En cuanto a la solución de la individualización de contadores, también necesita la previsión de un espacio que, a veces, puede ser importante (y decisivo en los casos de rehabilitación). Son necesarios un armario o cuarto específico -cuya ubicación viene determinada por las normativas de las compañías suministradoras- y huecos verticales para los montantes que, en el caso de las obras de rehabilitación, al no estar previstos en proyecto, obligan a los nuevos montantes individuales a ir por las fachadas, con la consiguiente exposición a bruscos cambios de temperatura.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Inicialmente, en la **fase de proyecto**, deberían elegirse soluciones dentro del campo de las instalaciones que eviten problemas de fugas posteriores. Se debe plantear una correcta ubicación de los elementos y de los espacios de circulación de aquellas, así como una adecuada elección de las tecnologías de los diferentes elementos y de los materiales y juntas.

En el caso de las galerías de servicios, según el espacio disponible, podrían ser:

— Galerías de servicios registrables/no visitables o cajones de servicios: Son infraestructuras o corredores cubiertos con losas y accesibles desde el exterior que permiten la instalación en su interior de las conducciones y servicios de las diferentes empresas suministradoras.

— Galerías de servicios visitables: Por sus características y dimensiones, permiten un acceso libre en la totalidad de su recorrido para hacer operaciones de instalación, conservación, mantenimiento y reparación de las diferentes redes.

Posteriormente, **durante la vida útil del edificio**, una mayor accesibilidad de las redes junto con un aumento de la frecuencia de las labores de mantenimiento, permitirán una detección rápida de las fugas que evite el agravamiento de determinadas patologías. En el caso de redes enterradas, se propone utilizar determinados sistemas de detección tecnológicamente avanzados. (Ficha NT-AB/06).

Por último, tras la detección de las fugas, es necesaria la reparación y sustitución de las redes. En los casos de las obras de rehabilitación, se suele aprovechar y corregir malas prácticas anteriores para evitar a su vez problemas futuros.

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Según la clasificación utilizada en el conjunto de Fichas Tecnológicas (anexo A.4.1):
AB -05. Galerías de servicios.
AB -06. Sistemas de detección de fugas.
AB -07. Individualización de contadores en los edificios.

RESULTADOS PREVISIBLES

Las pérdidas de agua potable por fugas es uno de los problemas más graves que se dan en algunas de nuestras redes, pudiendo situarse hasta en el 40% del agua tratada procedente de las ETAPs. En este sentido, la disminución de la demanda a través de una buena detección y reparación de fugas, puede ser una importante medida a implementar.

Las **galerías de servicio** suponen un sistema que permite el enterramiento de las instalaciones urbanas, y a su vez su visibilidad, acceso, control y tratamiento del conjunto en cualquier momento sin necesidad de levantar los pavimentos, sin olvidar en ningún momento la seguridad de los diferentes componentes de las instalaciones y la de los usuarios, disminuyéndose el riesgo de accidentes. Este sistema es una solución racional, a largo plazo, al actual caos existente en las canalizaciones y conductos de comunicación en las calles con un mínimo de anchura, y que también incide en la salud de los usuarios.

ME 3: UTILIZACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS ALTERNATIVOS

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

Se trata de manejar fuentes diferentes a las tradicionales, utilizando recursos hídricos que hasta hace poco eran considerados de desecho, con el objetivo final de optimizar el agua potable consumida a partir de la **"adecuación de calidades"** a los distintos requerimientos ("fit for purpose"), consiguiendo así reducir la demanda sobre la red urbana de abastecimiento y reducir los vertidos a la de saneamiento.

CRITERIOS DE APLICACIÓN

Estas tecnologías se pueden usar a escala urbana o edificatoria, pero habrá que valorar en todos los casos su eficiencia hidráulica, económica y viabilidad espacialmente.

Para empezar, es necesario valorar las **fuentes disponibles** y las demandas de agua en el área de estudio.

Se plantean, como recursos, dos fuentes alternativas fundamentales:

— Las **aguas blancas**: pluviales, superficiales y subálveas, subterráneas, etc. De muy buena calidad y mínimas necesidades de tratamiento, que se pueden aprovechar en una gran cantidad de usos y pueden ser almacenadas largos periodos de tiempo.

— Las **aguas regeneradas**: aguas grises de los edificios y aguas depuradas procedentes de EDARs. Hasta hace muy poco consideradas como inservibles, son potencialmente reutilizables en otros usos menos exigentes en cuanto a calidad, tras un tratamiento adecuado. No se recomiendan para ellas largos periodos de almacenamiento.

Las **demandas de agua no potable** que pueden ser cubiertas por recursos alternativos son muy diversas, y están principalmente delimitadas por la calidad del recurso, así como por la normativa vigente en este sentido (principalmente el R.D. 1620/2007). Según López Patiño (2008), los usos o aplicaciones recomendados en edificación en función de la calidad del agua resultante son los siguientes:

— **Calidad baja** (Ph <5,6 y/o que contiene partículas contaminantes): riego de zonas verdes urbanas públicas o privadas.

— **Calidad media** (Ph>5,6 y que no contiene partículas contaminantes): limpieza (lavadoras, lavaderos), baldeos y saneamiento en inodoros. También para usos de abastecimiento y limpieza de instalaciones como cámaras de saneamiento, infraestructuras para recolección de residuos urbanos, o limpieza de vehículos.

— **Calidad elevada** (agua obtenida después de un proceso de desinfección y/o potabilización del agua de calidad media): Para cualquier uso. Es necesario considerar que someter el agua a dicho tratamiento puede suponer un encarecimiento importante del recurso, por lo que será necesario valorar la conveniencia de usarlo como alternativa al abastecimiento convencional de agua. No obstante, consideraríamos dentro de este grupo, por ejemplo, las aguas de pozo, un recurso muy utilizado para usos exigentes como las piscinas.

Hay que recordar que todos estos sistemas se pueden implantar en casos de **rehabilitación de edificios**, aunque en su viabilidad dependerá de la capacidad de generar acuerdos entre los distintos agentes sociales y usuarios implicados. Además, pueden suponer obras de importancia en las zonas comunes de los edificios que encarecen la actuación.

REQUERIMIENTOS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS

Todas estas tecnologías modifican el esquema tradicional de las redes de abastecimiento y saneamiento, incorporándose nuevas redes con flujos de agua que sirven para integrar la oferta y la demanda, y que suelen requerir de un conjunto de conductos para el agua de distinta calidad así como un espacio para el almacenamiento y/o la depuración de los nuevos recursos hídricos.

Existirán redes de abastecimiento de **agua no potable**, que deberán estar siempre señalizadas adecuadamente como tales, según marca la normativa vigente, para evitar cualquier tipo de accidente. También se tendrán que incorporar, en determinados casos, redes separativas de saneamiento que, en origen, permitan desviar las aguas grises o la escorrentía de pluviales para permitir su aprovechamiento (ver apartado 5.4.3. Estrategias de intervención en Aguas Residuales, ME 1. Sistemas separativos).

Fig. 5.1.4. Señalización de puntos de suministro de agua no potable.



Las **necesidades espaciales del almacenamiento**, en el caso de los sistemas de reutilización de aguas grises, están ajustadas prácticamente al consumo diario de los usos seleccionados (ver microcomponentes de la demanda en Fig. 5.1.) y no experimentarán grandes variaciones a lo largo del año. En los sistemas de aprovechamiento de pluviales, sin embargo, dependerán del volumen de la demanda, de las características de la pluviometría (cuantía y frecuencia) y de la correlación temporal entre una y otra (cuándo llueve y cuándo preciso usar el agua). En el caso de climas como el mediterráneo, con una importante variabilidad pluviométrica mensual e interanual, los volúmenes de almacenamiento requeridos serán mayores.

En cuanto al **espacio necesario para la depuración**, dependerá en cada caso de los sistemas elegidos. En los sistemas de aguas grises, variará bastante según sea compacto o extensivo (ver apartado 5.4. Aguas Residuales), teniendo este aspecto también una incidencia importante en la inversión inicial. El sistema de reutilización de aguas grises más usual plantea la recuperación de las aguas procedentes de duchas, lavabos y lavadoras -con mínima presencia de materia orgánica- para, con un tratamiento adecuado, destinarlas a usos menos exigentes, como inodoros y riego.

En **casos de rehabilitación**, la incorporación de estas tecnologías puede llevar aparejada, además de la modificación del trazado de las redes hidráulicas del edificio, una modificación o ampliación de los espacios comunes para la ubicación de las instalaciones necesarias para almacenamiento y/o depuración, que pueden dificultar su implantación. Es muy usual, en este tipo de obras de reforma, que los nuevos bajantes de pluviales, los de aguas grises y los nuevos montantes de aguas regeneradas se sitúen en el exterior por falta de espacio para la ubicación de nuevos huecos interiores para instalaciones. En este sentido, y gracias a las pautas establecidas por la normativa de construcción de viviendas de protección oficial desde hace varias décadas, existen numerosos

casos de edificios residenciales en los que ya existen redes separativas de pluviales que discurren por la fachada de los mismos, las cuales son susceptibles de aprovechamiento.

Fig. 5.1.5. Bajantes de recogida de aguas pluviales en cubierta en edificio residencial. Barriada de Las Huertas (Sevilla).



Fuente: Elaboración propia.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Teniendo en cuenta el ciclo urbano del agua desde una visión integral, consideramos que de la gestión de todos los recursos alternativos debe ser conjunta, realizando estudios de la oferta total de recursos hídricos alternativos disponibles (grises, pluviales, subterráneas,...) y también de la demanda total de agua, para seleccionar la mejor combinación de tecnologías disponibles.

El proceso constaría de los siguientes pasos:

1. **Cálculo de la demanda:** Será necesario calcular las necesidades existentes tanto en las unidades residenciales (ver Fig. 5.1.) como en otros usos de las edificaciones y espacios urbanos como riego, limpieza de superficies, etc.
2. **Cálculo de la oferta:** Hay que identificar los recursos alternativos disponibles y calcular la cantidad que se puede conseguir.
   - — La oferta de aguas grises se calculará a partir de los datos de la Fig. 5.1., cuyos porcentajes se aplicarían al consumo total de la vivienda estudiada (ya sea a partir del dato del consumo medio real o estimado para el área de estudio).
   - — Las aguas pluviales dependerán directamente de los datos pluviométricos del lugar. En este caso, es fundamental tener en cuenta no sólo la pluviometría media anual, sino la distribución de esa pluviometría a lo largo del año. Por otro lado, la superficie disponible, sus coeficientes de escorrentía y la topografía del área, también serán fundamentales a la hora de calcular la capacidad de captación.
   - — En cuanto a la recogida de aguas de drenaje o de aguas subálveas, será necesario un estudio hidrogeológico que contemple el tipo de terreno presente (arcilla, limo, arena o grava), así como su capacidad de infiltración, recarga y almacenamiento para determinar qué disponibilidad de aguas puede existir.

— Las aguas subterráneas presentes también deben ser consideradas, valorando la necesidad de tener que realizar nuevos pozos para poder acceder a ellas o aprovechar pozos existentes.

3. **Análisis de la correlación entre oferta y demanda en el tiempo:** Es fundamental hacer este análisis para evaluar la capacidad de cubrir la demanda existente a partir de la oferta y su distribución en el tiempo, así como para estimar los tiempos y volúmenes de almacenamiento necesarios, y su viabilidad. En el caso de aguas regeneradas, esta correlación deberá ser diaria. En el caso de aguas blancas, el análisis se realizará en el periodo anual.
4. **Análisis de la viabilidad a nivel espacial y económico:** Tanto la relación coste-eficiencia como los requerimientos espaciales, serán factores decisivos a valorar en la evaluación de las distintas medidas de intervención posibles.
5. **Selección los recursos alternativos óptimos y diseño de la intervención.** Es importante seleccionar la opción más sencilla y económica dentro de las posibles, pudiendo ésta pasar, a veces, por recurrir a más de una fuente de recursos.

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Según la clasificación utilizada en el conjunto de Fichas Tecnológicas (anexo A.4.):
AB-08: Almacenamiento y recuperación de acuíferos (ARA).
AP-01: Captación y almacenamiento de pluviales (Ver Capítulo 5.3. Aguas Pluviales).
AR-02: Biojardineras (Ver Capítulo 5.4. Aguas Residuales).
AR-03: Canal de saneamiento (Ver Capítulo 5.4. Aguas Residuales).
AR-04: Sistemas compactos. (Ver Capítulo 5.4. Aguas Residuales).

RESULTADOS PREVISIBLES

La utilización de recursos alternativos puede generar **disminuciones de la demanda de agua potable que pueden llegar a alcanzar entre un 30% y un 50 %.** En determinados sistemas, los costes de mantenimiento y explotación de la instalación resultan relativamente bajos, aunque los costes de inversión inicial deben de ser valorados.

Junto al ahorro de agua obtenido, se debe considerar el ahorro energético, ya que las infraestructuras necesarias para la captación, bombeo, transporte, tratamiento y almacenamiento de agua, al trabajar con menos caudal, consumen menos energía. No obstante, habrá que considerar en este sentido, la necesidad de bombeos para elevar las aguas desde los depósitos a los puntos de consumo.

ME 4. JARDINERÍA HIDROEFICIENTE.

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

Aunque en porcentajes muy variables, una parte considerable del agua consumida en las ciudades se utiliza para riego. Dependiendo de las diferentes tipologías urbanísticas y constructivas este porcentaje fluctúa entre un 5% (en zonas residenciales densas con escasa superficie de zonas verdes) y un 50% (en espacios urbanos de edificación aislada y muy ajardinados). En todos los casos, aunque evidentemente más en estos últimos espacios, las potencialidades del aumento de la eficiencia hídrica en la jardinería son muy elevadas.

Las estrategias que se agrupan bajo el rótulo general de **jardinería hidroeficiente** (xerojardinería, riego hidroeficiente, acolchado o mulching, utilización de recursos alternativos, etc.) añaden al objetivo de reducción del consumo de agua, la disminución de gastos de energía y, en muchas ocasiones, una cambio de criterios y una mejora de las cualidades estéticas del paisaje urbano ajardinado. Todas estas estrategias en conjunto, aplicadas según las condiciones, necesidades y potencialidades de cada lugar, permiten un diseño paisajístico más rico y una mejora de la calidad del espacio urbano.

Los rasgos básicos de estas diferentes estrategias son:

Xerojardinería: técnica que persigue reducir el consumo de agua en las ciudades por medio del uso de plantas con las menores necesidades de riego por ser las mejor adaptadas al clima local, especialmente en relación a las demandas de agua.
Riego hidroeficiente: sistema de riego que permite aprovechar con la máxima eficiencia el agua de riego, como es el caso de los diferentes sistemas de riego localizado (goteo, exudación, etc.).
Acolchado o mulching: técnica consistente en extender sobre el suelo una capa protectora que permite reducir la pérdida de agua por evaporación, controlando al mismo tiempo el crecimiento de malas hierbas.
Utilización de recursos alternativos: uso de agua con calidad suficiente para el riego, pero frecuentemente no apta para otros usos (aguas reutilizadas, pozos, captación agua lluvia, etc.).

5.1.6. Zonas ajardinadas acolchadas con viruta de corcho.



Todas estas medidas son plenamente compatibles entre sí, y admiten combinaciones y graduaciones diversas. De hecho la simple sustitución de especies vegetales menos adaptadas, como las superficies cubiertas de césped, han de realizarse siempre teniendo en cuenta existen objetivos de uso que en ocasionespueden cubrir demandas sociales que hay que respetar.

CRITERIOS DE APLICACIÓN

Para la aplicación de las diferentes estrategias de jardinería hidroeficiente es fundamental el conocimiento de los siguientes factores locales:
— Condiciones climáticas de la zona: pluviometría (estacionalidad, irregularidad, extremos), temperaturas, insolación, características de los vientos (dirección e intensidad).
— Topografía.

— Características edafológicas: tipo de suelo (arcilla, limo, arena o grava), capacidad de retención de humedad, capacidad de infiltración o su coeficiente de escorrentía.

Estas circunstancias, unidas a la magnitud espacial de la intervención que se pretenda, condicionan el espectro de especies que se pueden cultivar sin necesidad de riego adicional o con el menos posible, y el sistema de riego aplicable. También serán fundamentales para seleccionar el tipo sistema de riego instalado.

Teniendo en cuenta todos los factores anteriores y ajustando el tipo de intervención (especies, diseño, tipo de riego, etc.) a ellos, en cualquier jardín o zona verde del sistema urbano pueden aplicarse estas técnicas.

Algunos de los sistemas propuestos pueden suponer inversiones iniciales importantes que eventualmente limitarían su aplicabilidad. El balance económico, en cualquier caso, vendrá definido por los valores del agua ahorrada, que dependerá de su origen (agua de la red o de otras fuentes) y de la estructura tarifaria concreta del área de abastecimiento objeto de la intervención.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Para acometer un diseño de un jardín ecoeficiente se requiere una planificación previa, basada en un proceso participativo, que defina qué uso va a tener ese espacio verde. Es fundamental saber los tipos e intensidades de uso, el tipo de usuario, los posibles itinerarios, las zonas que no van a ser pisadas, las perspectivas posibles desde dichos itinerarios. Es importante definir los horarios de uso, que darán claves para elegir un sistema de riego u otro.

Una vez establecidas con la mayor claridad posible estas claves, es necesario diseñar un plan de actuación que incorpore los siguientes conocimientos técnicos:

— Elección y distribución correcta de las especies vegetales, priorizando especies autóctonas de la zona en cuestión, que estén adaptadas al régimen local de precipitaciones y temperaturas. Por otro lado, al distribuir las plantas en el jardín, se deben agrupar las especies según necesidades de agua para optimizar los sistemas de riego.
— Una buena gestión agronómica de la plantación y del mantenimiento de los jardines, adaptando las especies a las condiciones edafoclimáticas del lugar a partir de un buen conocimiento de su fisiología y origen.
— Estudio y adaptación de las características de humedad del suelo. En este aspecto el mulching constituye una herramienta de gran utilidad, al evitar que el terreno quede expuesto al contacto con el aire, reduciendo la evaporación excesiva, protegiendo los cultivos y ofreciendo importantes posibilidades ornamentales en diseño de jardines.
— Una buena gestión de los recursos naturales (agua, fertilizantes) utilizando las más nuevas tecnologías en la gestión del riego, manejo de la reserva hídrica del sustrato y minimización de la aportación de inputs (nitratos, fosfatos, etc.).

En lo que se refiere al diseño del sistema de riego, es fundamental una correcta elección del mismo, lo que implica decisiones sobre los siguientes factores:

— Elección de sistemas de riego hidroeficiente.
— Correcta colocación de tomas de agua.
— Automatización de las redes y programación de riego según época del año.
— Programación de periodos en minutos.
— Ajuste de horarios para minimización de pérdidas por evaporación y quemado (amanecer y atardecer).
— Sensores de lluvia y humedad para ajuste de caudal.
— Sistemas de filtrado, de regulación de presión y válvulas antirretorno.
— Adecuado mantenimiento de la instalación.

En todo caso, el diseño y mantenimiento del sistema por personal especializado es fundamental.

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Según la clasificación utilizada en el conjunto de Fichas Tecnológicas (anexo A.4.):
AB-09: Xerojardinería.
AB-10: Sistemas de riego hidroeficientes.

RESULTADOS PREVISIBLES

Los resultados esperables de los sistemas de jardinería hidroeficiente son:

— Reducción de consumo de agua.
— Aumento de la superficie de zonas verdes en las ciudades.
— Mejora de la calidad de los espacios urbanos.

La aplicación de estos sistemas está recomendada para cualquier jardín o zona verde de sistema urbano, aunque es recomendable en lugares donde el suministro de agua sea escaso, de poca garantía (sequías, restricciones) o el recurso sea especialmente caro.

Estas técnicas permiten ampliar las posibilidades de diseño urbano y paisajístico. El aumento de los espacios vegetados en la ciudad supone una mejora de la calidad de vida de sus habitantes.

El hecho de reducir el riego reduce el consumo de energía correspondiente a las bombas y otros elementos de los sistemas de irrigación. La eliminación total de riego, que es posible con técnicas de xerojardinería rigurosas, se reflejará en menores costes de la instalación.

FUENTES DE INFORMACIÓN

GRUPOS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN:

Dispositivos de Ahorro:

- ITA (Instituto Tecnológico del Agua). Universidad Politécnica de Valencia. Línea de trabajo "Uso Eficiente del Agua" en el suministro urbano. Enlace.
- ZINNAE. Clúster Urbano para el Uso Eficiente del Agua. Zaragoza. Enlace.
- Proyecto RENOVEA: Impacto económico y ambiental de un Plan RENOVE para la eficiencia del agua y la energía asociada en el ámbito doméstico.

Gestión Activa de Fugas:

- Línea Investigación "PROPT-ED 10: Las galerías de servicios como estrategia sostenible en el espacio subterráneo urbano". Escuela de Doctorado. Universitat Politécnica de Valencia.

Recursos Alternativos:

- Water Cycle Management for New Developments: WaND. Enlace.
- Gestión Integral del Agua Urbana para la Ciudad del Futuro. SWITCH. Enlace.

Sistemas de Aprovechamiento de Pluviales:

- DayWater (ver ficha PPI-16). Enlace.

Sistemas de Reutilización de Aguas Grises:

- NaWaTech (PPI-19). Enlace.

Jardinería Hidroeficiente:

- Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES). Enlace.

BIBLIOGRAFÍA:

General:

AENOR.2009. *Publicación monográfica: Ingeniería del agua*. Recopilación Normas UNE. AENOR. 3ª Ed. Arizmendi Barnes, L.J. y otros. 2007.

Guía para la Redacción de Proyectos de Urbanización. Tomos I y II. Madrid: CSCAE. (Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España).

Arizmendi Barnes, L.J. 1991. *Instalaciones Urbanas. Infraestructura y Planeamiento*. Tomos I, II y III. Madrid: Editorial Bellisco (MBH).

López Patiño, G. 2008. *Curso FIDAS-COAS Sistemas de ahorro de agua*. Hidroeficiencia. Universitat Politécnica de Valencia.

Cubillo, F. , Moreno, T., Ortega, S. 2008. *Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid*. Nº4. Cuadernos de I+D+i. Canal de Isabel II. Madrid.

Dispositivos de Ahorro:
AA.VV. *Guía de sistemas de ahorro de agua en la edificación*. Valencia: Instituto Valenciano de la Edificación. Enlace.

AA.VV. 2012. *Guía de Hidroeficiencia Energética*. Madrid: Consejería de Economía y Hacienda y la Fundación de la Energía de la Comunidad de Madrid/ Fenercom. Enlace.

AA.VV. 2010. *El ahorro de agua doméstica. Guía del usuario*. Área de Medio Ambiente. Diputación de Barcelona. Enlace.

Fundación Ecología y Desarrollo. 2002. *Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos. Guías prácticas para un uso eficiente del agua*. Bakeaz. ISBN 84-88949-46-4

Barberán Ortí, R. y Colás Elvira, D.J. 2013. *La renovación de los equipamientos asociados al uso de agua en viviendas y edificios. Evaluación ambiental, financiera y económica para la ciudad de Zaragoza*. Clúster Urbano para el Uso Eficiente del Agua (ZINNAE). Publicación realizada en el marco del proyecto RENOVEA. Zaragoza.

Cobacho R., Arregui F., Gascón L. y Cabrera Jr.E. 2004. *Low-flow devices in Spain: how efficient are they in fact. An accurate way of calculation*. Revista Water Science & Technology: Water Supply. Volumen 4 Número 3. pp. 91–102. IWA Publishing.

Cubillo, F. , Moreno, T., Ortega, S. 2008. *Microcomponentes y factores explicativos del consumo doméstico de agua en la Comunidad de Madrid*. Nº4. Cuadernos de I+D+i. Canal de Isabel II. Madrid.

Philip, R. Kit de capacitación SWITCH. Módulo 3 Abastecimiento de Agua. 2011. Enlace.

Gestión Activa de Fugas:
Herce Vallejo, M. y Miró Farrerons, J. 2002. *El soporte infraestructural de la ciudad*. Primera Edición. Ediciones UPC (Universidad Politécnica de Cataluña), ITT.

Recursos Alternativos:
AA.VV. *Guía técnica de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios*. AQUAESPAÑA. Sistemas de Reutilización de Aguas Grises. Enlace.

AA.VV. *Guía técnica española de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios.* AQUAESPAÑA Enlace.

Kazner, C., Wintgens, T., Dillon, P. 2012. *Water Reclamation Technologies for Safe Managed Aquifer Recharge*. European Water Research. IWA Publishing.

Kwok, A., Grondzik, W.T. 2007. *The Green Studio Handbook. Environmental Strategies for Schematic Design*. 1ª Ed. Editorial Elsevier. Oxford (Reino Unido). Enlace.

Palma Carazo, I. J. 2003. L*as aguas residuales en la arquitectura sostenible. Medidas preventivas y Técnicas de Reciclaje*. EUNSA. Enlace.

Sarte, S. Bry. 2010. *Sustainable Infrastructures: the guide to green engineering and design*. Wiley & sons. New Jersey (EEUU). Enlace.

Sassi, P. 2006. *Strategies for sustainable architecture*. Taylor & Francis. Oxon-New York (EEUU). Enlace.

Jardinería Hidroeficiente:
Fundación Ecología y Desarrollo. 2000. *Guía Práctica de Xerojardinería*, Edit. Bakeaz, 2000
Barceló Roig, M.M. y Uyá Martín, N. 2011. *Manual de xerojardineria Guia pràctica per a l'ús eficient de l'aigua al jardí a les Illes Balears*, Govern de les Illes Balears.

Heredero, R., et al. 2010. *Eficiencia en el uso de agua en la jardinería en la Comunidad de Madrid*. Nº 10. Cuadernos de I+D+i. Canal de Isabel II. Madrid.

WEBS:

Dispositivos de Ahorro:
- Programa Hogares Verdes. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Enlace.

Gestión Activa de Fugas:
- Centre d'Estudies Joan Bardina. Introducción progresiva de las galerías de servicios en las vías públicas de ciudades y pueblos. Enlace.

- Ministerio de Medio Ambiente, Red de redes de desarrollo local sostenible. 2006 Estrategia de Medio Ambiente Urbano. Enlace.

Jardinería Hidroeficiente:
- Jardinería, Decoración y Paisajismo. Materiales para Jardinería. Enlace.
- Portal del agua de las Isals Baleares. Enlace.

Anexo A.4.1. Nuevas tecnologías. Abastecimiento.

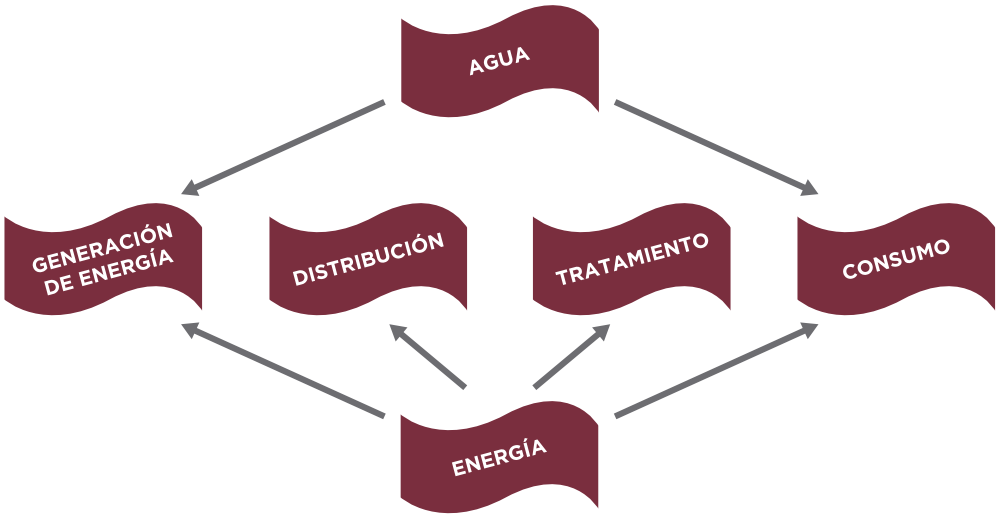
5.2. AGUA Y ENERGÍA

5.2.1. SITUACIÓN ACTUAL Y NUEVO MODELO DE GESTIÓN

La relación agua-energía y la necesidad de una consideración conjunta de ambos elementos se ha convertido en un tema recurrente en la investigación y en los actuales debates sobre gestión de recursos. La realidad es que, aunque con notables cambios recientes, el agua y la energía tienen tradiciones de gestión separadas, pese a estar intrínsecamente relacionadas en la medida en la que la producción de energía necesita de grandes cantidades de agua y la gestión del ciclo del agua consume crecientes volúmenes de energía.

"Tanto es así, que se requiere energía para extraer agua, transportarla, distribuirla, desalarla, reutilizarla, depurarla. Y se necesita agua para generar electricidad en las centrales hidroeléctricas, para refrigerar turbinas de centrales térmicas, para la extracción y producción de los diferentes derivados del petróleo, para los biocombustibles, para producir hidrógeno, para su uso en la industria, para su uso doméstico etc." (Cabrera, 2011).

Fig. 5.2.1. Relaciones agua y energía".



Fuente:Wang, 2009.

A través del ahorro de agua se ahorra energía, de la misma forma que ahorrando energía también ahorraremos agua. Teniendo en cuenta que los niveles de agua no contabilizada de los sistemas de abastecimiento en Andalucía se elevan al 28% del agua suministrada (de acuerdo con los datos oficiales del INE), los márgenes para incrementar eficiencia hidráulica y con ella energética son todavía muy amplios. Esto sin mencionar que los propios consumos facturados pueden reducirse en un porcentaje importante (20/30%) sin merma de la calidad del servicio. Con la incorporación de criterios de sostenibilidad a la gestión conjunta del agua y la energía se pueden obtener resultados muy significativos. Este es el caso del tratamiento de las aguas residuales urbanas, en el que, mediante la digestión anaerobia de los lodos de las depuradoras, se están alcanzando unas tasas de producción de energías renovables cercanas a las necesidades de energía de la EDAR. En este mismo terreno, la incorporación de tecnologías de ultrasonidos para la aceleración de la degradación de la materia orgánica permite pensar que alcanzar la autosuficiencia energética no está muy lejos de la realidad.

Pasos donde la energía es ahorrada y su medida de conservación:

AHORRO DE ENERGÍA

Medida de Conservación	Bombeo de agua	Tratamiento	Distribución	Calefacción/ ACS
Detección de fugas	Si	Si	Si	No
Conservación exterior. Riegos, baldeos, etc.	Si	Si	Si	No
Toilets con eficiencia de agua	Si	Si	Si	No
Duchas, grifos y lavadoras con eficiencia de agua	Si	Si	Si	Si
SUDS	No	No	No	No
Reutilización de aguas grises	Si	Si	Si	No
ACS	No	No	No	Si
Optimización grupos de presión	Si	No	No	No

Fuente: Tellinghuisen, 2009, pág. 11. Elaboración propia.

El modelo de gestión propuesto en esta guía tiene, entre otros componentes básicos, la gestión de la demanda y la consideración conjunta del agua y la energía. El ahorro de agua es, desde el punto de vista de la energía, la medida más eficiente, debido a los efectos multiplicadores que tiene a lo largo de todo el ciclo de abastecimiento urbano. El ahorro de un m3 de agua significa un m3 menos que hay que captar, tratar, potabilizar, transportar, calentar, bombear, depurar y evacuar.
La gestión conjunta agua-energía se aborda en el enfoque eco-integrador considerando 4 variables principales: caudal, calidad, presión y temperatura: W=W (q,cal, p, t)

En el sistema de abastecimiento urbano, el agua sufre distintos procesos para ponerla a disposición de los usuarios, que a su vez incorporan otros procesos para su uso. En cada una de estas fases se modifica una o varias variables, lo que comporta una variación de la energía asociada. Así, para servir un determinado caudal es necesario consumir energía para su extracción, transporte y distribución; para alcanzar la calidad establecida, es necesario tratarla y/o potabilizarla; para servir el agua en las condiciones de presión establecidas a veces es necesario comunicarle energía; para calentar el agua es necesario consumir energía; para garantizar en saneamiento adecuado y las condiciones de vertido (depuración de residuales) se termina produciendo un gasto energético muy elevado.

En cada uno de los procesos a los que se somete el agua para su uso, el recurso entra con unas determinadas condiciones y sale con otras, y en cada una de ellas la energía toma un valor determinado. La diferencia entre estos valores es la energía consumida en el proceso. Estos procesos dependen de la tecnología y los dispositivos utilizados, que establecen las distintas condiciones que relacionan al agua con la energía. Las fichas de alternativas energéticas que se recopilan en esta guía recogen, entre otros datos, los parámetros que relacionan al agua y la energía en cada una de ellas.

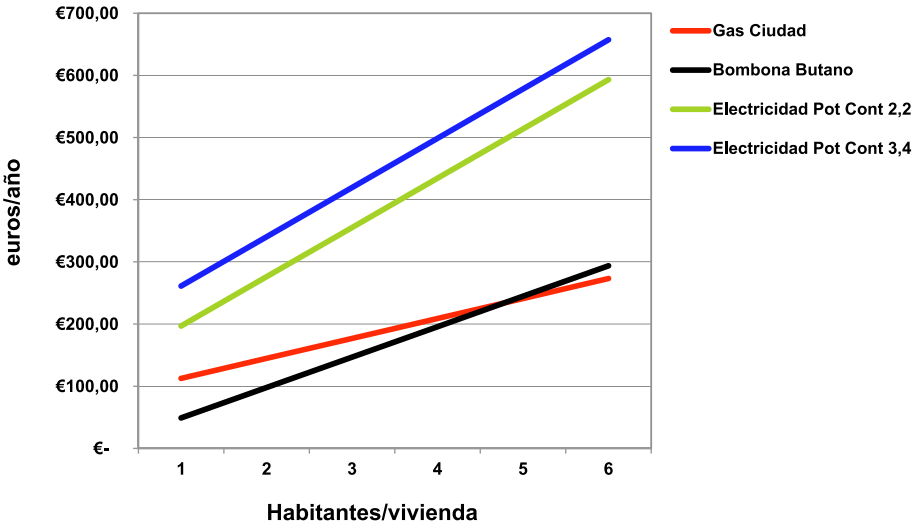
El cálculo de estos parámetros, aplicándolos al ámbito de estudio concreto de que se trate, permitirá cuantificar los flujos de agua y energía en cada una de las alternativas de gestión adoptadas y, de esa manera, definir la mayor o menor idoneidad que presentan para cerrar ciclos. Es decir, se podrá comprobar si los valores que toman las variables a la salida de un proceso se pueden modificar para adaptarlos a las condiciones de uso de otro proceso, teniendo en cuenta la energía y las instalaciones adicionales que precisa, para su comparación con la situación de uso actual.

Las perspectivas que ofrece este modelo dependen del ámbito en que se sitúe, barriada, bloque o vivienda, pudiendo en todos ellos generarse ahorros de agua y energía a través de las siguientes tecnologías:

- **Barriada**: a nivel de barriada cabe contemplar la reutilización del agua de lluvia, la instalación SUDS, la utilización de agua de pozo, etc.
- **Bloque**: La instalación de servicios comunes de grupos de presión adecuados, la reutilización de aguas grises, y de paneles solares térmicos para agua caliente sanitaria.
- **Vivienda**: la utilización de dispositivos ahorradores de agua, la modificación de los hábitos de consumo, la utilización de electrodomésticos eficientes etc.

Por otra parte, el conocimiento de los flujos de agua y energía de la forma más desagregada posible, permite diagnosticar el comportamiento del sistema desde un punto de vista económico. Esto permitiría que empresas de servicios energéticos evaluaran los ahorros que se podrían alcanzar, y así determinar si estos ahorros permitirían ofertar, de forma conjunta, la gestión del agua y la energía en un bloque y/o en una barriada, de forma económicamente viable y rentable.

Fig. 5.2.2. Coste del ACS según fuente y nº de habitantes al año



Fuente: Elaboración propia.

5.2.2. NORMATIVA ESPECÍFICA DE APLICACIÓN

Existen numerosas recomendaciones e informes dimanados de las distintas jornadas y conferencias organizados en relación con el binomio agua/energía. Uno de los últimos el auspiciado por la ONU, celebrado en Zaragoza en el año 2014, recomienda expresamente el tratamiento conjunto del agua y la energía. Dichas recomendaciones y directrices no están recogidas plenamente en la normativa referida al agua, aunque a lo largo de los últimos años se ha ido generando a distintas escalas una normativa que va propiciando la integración.

NORMATIVA EUROPEA

Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y por la que se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE. En esta se exige a los Estados miembros que establezcan objetivos indicativos nacionales de eficiencia energética para 2020, basados en el consumo de energía primario o final, y se disponen normas vinculantes para los usuarios finales y los proveedores de energía.

Se recoge también la creación, regulación y ordenación de un mercado energético, estableciendo el marco normativo donde han de operar los distintos agentes relacionados.

En este sentido, y aunque aún no se ha traspuesto a la legislación nacional, están apareciendo empresas de servicios energéticos que ofrecen sus servicios de gestión del agua y la energía de forma conjunta.

Directiva 2006/32/CE sobre servicios energéticos (DSE), por la que se deroga la Directiva 93/76/CEE del Consejo, alienta a los Estados miembros a mejorar la eficiencia del uso final de la energía y a explotar el potencial de ahorro energético rentable de una manera económicamente viable.

Directiva 2002/91/CE, relativa a la eficiencia energética de los edificios, (en particular, al aislamiento, al aire acondicionado y al uso de fuentes de energía renovables). Proporciona un método de cálculo de la eficiencia energética de los edificios, así como requisitos mínimos para los edificios nuevos y los grandes edificios existentes, y una certificación energética.

NORMATIVA ESTATAL

Básicamente, la normativa relacionada está recogida en el CTE, donde se establece las dotaciones para cada uno de los dispositivos comúnmente empleados en las viviendas, y donde se establecen las condiciones para el suministro, como la presión de servicio, que ha de estar comprendida entre 100 y 500 kPa; la distancia desde el calentador de agua y el punto de consumo, que ha de procurarse que sea inferior a 15 mts, o incorporar en su caso redes de retorno; o las condiciones para la contribución de la energía solar térmica a la producción de agua caliente sanitaria.

Código Técnico de la Edificación-CTE (Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo). Exigencia básica HE 4 sobre contribución solar mínima de agua caliente sanitaria y exigencias básicas HS 4 y HS 5 sobre suministro y evacuación de aguas. La última modificación se realizó conforme a la Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.

Real Decreto 1027/2007 por el que se aprueba el Reglamento de instalaciones térmicas en los edificios.

Proyecto de Real Decreto para la transposición de la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos, promoción de la eficiencia energética y contabilización de consumos energéticos.

NORMATIVA ANDALUZA

Decreto-ley 1/2014, de 18 de marzo, por el que se regula el Programa de Impulso a la Construcción Sostenible en Andalucía y se efectúa la convocatoria de incentivos para 2014 y 2015.

La legislación andaluza que tiene mayor incidencia sobre el tratamiento conjunto del agua y la energía se deriva de la aplicación de la Directiva comunitaria de Ahorro y Eficiencia Energética, dado que una parte importante de los fondos FEDER van destinados al cumplimiento de esta Directiva. El programa de la Junta de Andalucía sobre construcción sostenible incluye entre las medidas subvencionables las medidas de ahorro de agua y energía y la instalación de energías renovables en los edificios.

NORMATIVA MUNICIPAL

En ocasiones existen ordenanzas municipales en materia de energía que las relacionan, así como reglamentos para las instalaciones de agua que algunas empresas suministradoras de agua establecen, referidos a grupos de presión y presión de servicio garantizada.

• Reglamentos reguladores de prestación del servicio de agua y saneamiento de los servicios municipales o compañías de aguas.
• Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento y Saneamiento del servicio municipal o compañía de aguas.

5.2.3. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN

Dada la diversidad constructiva y socio-económica de las barriadas andaluzas y la variedad de planteamientos que se pueden derivar de contextos muy diferentes, se proponen tres líneas estratégicas de actuación, con los siguientes objetivos fundamentales que alcanzar:

1.1. El ahorro de agua como la medida más eficiente desde el punto de vista energético.
1.2. El ahorro de energía en la gestión del agua (CAS y grupos de presión)
1.3. La transferencia de conocimientos a los agentes económicos que operan en el mercado, y a la ciudadanía en general.

Un herramienta de gran utilidad para facilitar estos objetivos es la elaboración de los diagramas de flujos de agua y energía, de forma similar al presentado en este proyecto de investigación (Capítulo 3, Fig.3.2. y 3.3.). El conocimiento pormenorizado de los flujos de agua y energía en el ámbito de actuación correspondiente, será muy útil para la solicitud de ofertas a las empresas de servicios energéticos, que podrán ofrecer soluciones individualizadas para la gestión sostenible del agua y la energía, a nivel de barriada o bloques de viviendas.

• MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

MNE 1. DISEÑO DE CAMPAÑAS DE CONCIENCIACIÓN CIUDADANA

Hasta ahora, las campañas de ahorro de agua se han centrado en la conservación del recurso, orientadas por la prioridad de ahorro motivada por la falta de garantía del suministro y el impacto de largos periodos de sequía. En la actual fase, sin olvidar no perder de vista el objetivo anterior, emerge la nueva prioridad de abordar campañas que incidan en la consideración del tratamiento conjunto del agua y la energía, basadas en las siguientes ideas fuerza:

1. Agua para la energía.
2. Energía para el agua.
3. Ahorrando agua ahorramos energía.
4. Ahorrando energía ahorramos agua.
5. Beneficio para los vecinos en la factura del agua y la energía.
6. Beneficios para el medio ambiente se disminuye la generación de gases de efecto invernadero.
7. El desarrollo sostenible.
8. La creación de empleo.

• MEDIDAS ESTRUCTURALES

Las medidas estructurales que se proponen se pueden dividir en dos grandes grupos, las que inciden principalmente en el ahorro de agua y las que generan principalmente ahorro de energía.

Dentro del primer grupo están las medidas desarrolladas en otros apartados de esta guía, concretamente la Estrategia 1 del apartado 5.1. relativo a dispositivos de ahorro de agua en los edificios.

Dentro del segundo grupo se incluyen:
— Instalaciones solar térmica para Agua Caliente Sanitaria
— Optimización de grupos de presión.

ME 1. AGUA CALIENTE SANITARIA SOLAR TÉRMICA

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

Desde la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación CTE, es obligatoria la contribución de energía solar térmica para la producción de agua caliente sanitaria. Debe aplicarse a los edificios de nueva construcción y a la rehabilitación de edificios existentes de cualquier uso en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria y/o climatización de piscina cubierta.

En la actualidad, existe un proyecto de Ley para la trasposición parcial de la Directiva 2012/27/UE relativa a la eficiencia energética, que recoge la obligatoriedad de instalar contadores individuales de energía en las viviendas, cuyo objetivo es impulsar las instalaciones colectivas de climatización y ACS en los bloques de viviendas, dado que se ha comprobado que uno de los estrangulamientos más importante para el desarrollo de estas instalaciones es el reparto de los costes a las viviendas.

Este problema resulta evidente en Andalucía, donde el desarrollo práctico real de instalaciones de energías renovables para ACS se está produciendo fundamentalmente en viviendas individuales, en comparación con los bloques de viviendas, pese a la normativa vigente desde 2006 (CTE). La instalación de contadores individuales por vivienda vendría a potenciar de forma notable en la proliferación de estas instalaciones colectivas.

CRITERIOS DE APLICACIÓN

Esta Sección (CTE-DB-HE4) es de aplicación a:

a) edificios de nueva construcción o a edificios existentes en que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 50 l/d;

b) ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial;

c) climatizaciones de piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Para el diseño de la instalación deberá considerarse la contribución solar mínima, teniendo en cuenta los siguientes factores:

1. Zona climática.
2. Diferentes demandas de agua caliente sanitaria (ACS).

A partir de los factores anteriores, el dimensionado de la instalación estará limitado por el cumplimiento de las siguientes condiciones.

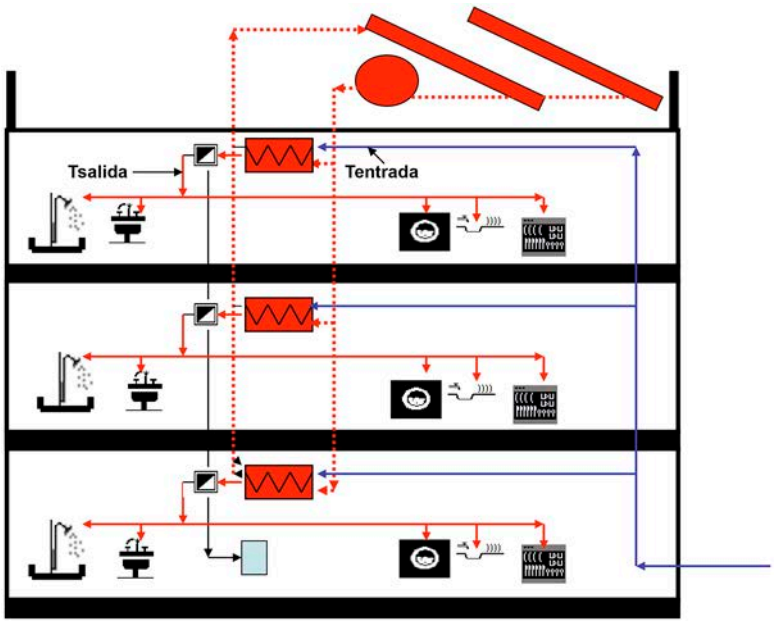
— En ningún mes del año la energía producida por la instalación podrá superar el 110 % de la demanda energética.

— En no más de tres meses se superará el 100 % de la demanda energética o, en su caso, deberán se especificarse las medidas correctoras.

Así mismo, deberán evaluarse las pérdidas por orientación e inclinación y sombras de la superficie de captación. El diseño de la instalación solar térmica deberá contemplar la protección contra heladas, contra el sobrecalientamiento, la resistencia a la presión o la prevención del flujo inverso.

En el proyecto se establecerá el método de cálculo, especificando, al menos, los valores medios diarios de la demanda de energía y de la contribución solar. El método de cálculo incluirá también las prestaciones globales anuales definidas por la demanda de energía térmica, la energía solar térmica aportada, las fracciones solares mensuales y anuales, y el rendimiento medio anual.

5.2.3. Esquema de instalación de ACS termo-solar.



Fuente: Elaboración propia.

Se deberán especificar los elementos instalados: captadores, conexionado y estructura soporte, depósitos de acumulación (volumen, disposición y conexiones de los acumuladores), intercambiadores de calor, circuitos hidráulicos (cálculo de tuberías, bombas, vasos de expansión, válvulas, purgas, etc.), sistema de energía convencional auxiliar, y sistemas de control y medida.

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Según la clasificación utilizada en el conjunto de Fichas Tecnológicas (anexo A.4).

— **AE-01: Agua Caliente Sanitaria Solar Térmica.**

ME 2. OPTIMIZACIÓN GRUPOS DE PRESIÓN

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

En viviendas ubicadas en bloques, a partir de cierta altura (en la ciudad de Sevilla es a partir de tres alturas, pero el dato depende de cada localidad), es necesario instalar grupos de presión que garanticen una presión adecuada de servicio en todas las plantas del edificio. Estos equipos pueden presentar desajustes tanto en la consigna como en los pisos a los que sirve, por lo que su ajuste redundará en una racionalización del consumo de agua y energía.

CRITERIOS DE APLICACION

Se recomienda evaluar la presión de paro y la presión de consigna y compararla con la presión de suministro.

Para evaluar la presión de suministro se han de tener en cuenta los siguientes valores: altura de aspiración de la instalación, altura geométrica, pérdidas de carga en tuberías, pérdida de carga en accesorio, perdidas de carga en elementos singulares (filtros, contadores, etc.) y la presión mínima dinámica del aparato en la situación más desfavorable. Se tendrá en cuenta además las siguientes recomendaciones:

1. La presión de arranque del grupo no debe ser inferior a la presión de suministro.
2. La presión de paro debe ser la presión de arranque + 2 ó 3 bares.
3. La presión de consigna ha de ser como mínimo igual a la presión de suministro + 1 bar.

Se recomienda comprobar si los dos o tres primeros pisos están conectados al grupo de presión. Si lo están, evaluar si la presión que garantiza la compañía suministradora de agua puede servir directamente a estos primeros pisos con garantía de presión de servicio, con el consiguiente ahorro de energía.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

En la Norma UNE 149201 se recogen las distintas fórmulas para el dimensionado de la instalación.

Los pasos fundamentales serán:

— Determinación del caudal de cálculo (o caudal simultáneo). Para su determinación se sumarán los caudales mínimos de cada aparato y se aplicará un

coeficiente de simultaneidad en función del tipo de construcción (se propone seguir los coeficientes de la norma DIN 1988).

— Determinación de las pérdidas de carga: en tubos (en función del diámetro, longitud y material de la conducción, el caudal y la velocidad del agua) y en accesorios y elementos singulares.

— Selección del grupo de presión, de tipo convencional o de caudal variable.

RESULTADOS PREVISIBLES

El cálculo del ahorro de energía debido al efecto combinado de suministrar a los primeros pisos directamente de la red y de ajustar la presión de servicio, vendría dado por:

$$\Delta E = d \times t \times g \times \Delta q \times \Delta h / (\acute{n}_b \times \acute{n}_m) \text{ julios}$$

Donde:

1. ΔE = incremento de energía en julios.
2. d = densidad del agua , 1 kilos/litro.
3. t = tiempo en segundos.
4. g = gravedad en m/seg2.
5. Δq = caudal en litros/seg.
6. Δh = incremento de presión en m.c.a.
7. $\acute{n}_b \times \acute{n}_m$ = rendimiento de la bomba y del motor.

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Según la clasificación utilizada en el conjunto de Fichas Tecnológicas (anexo A.4).

— **AE-02: Optimización de grupos de presión.**

FUENTES DE INFORMACIÓN

Agua Caliente Sanitaria Solar Térmica:

- Aplicación para un predimensionado básico de la instalación.
- Cálculo de la radiación solar en Andalucía. Agencia Andaluza de la Energía. Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa.
- Método F-chart. Para el dimensionado de las instalaciones de energía solar térmica.

Grupos de Presión:

- Manual de uso y mantenimiento de grupos de presión.
- Código Técnico de la Edificación CTE apartado 4.5.2.2 y 4.5.2.3.
- Norma UNE 149201 Abastecimiento de agua. Dimensionado de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios.

Bibliografía:

Cabrera, E. 2011. *El binomio agua -energía. ¿Un asunto de moda o de interés real?*, Fundación Ciudadanía y Valores, Valencia.

California Energy C.. 2005. *California´s Water- Energy Relationship. Final staff report.* LA, CA. Enlace.

Comisión Europea 2015. Presentaciones del Taller sobre Escasez y Sequía.

Ferro, F. y Lentini, E.J. 2015. *Eficiencia energética y regulación económica en los servicios de agua potable y alcantarillado*. Publicación de las Naciones Unidas, Santiago de Chile. Enlace.

IDAE. 2011. *Análisis del consumo energético del sector residencial en España, Informe final*, 16 de julio de 2011, Proyecto SECH-SPAHOUSEC, Secretaría General Departamento de Planificación y Estudios. Enlace.

Martínez Rodríguez, F.J. 2011. *Estudio de la huella energética del abastecimiento urbano de agua de la provincia de Almería*. Trabajo de Investigación del Master Agua y Medio Ambiente en Áreas Semiáridas (AQUARID).Departamento de Hidrogeología y Química Analítica. Universidad de Almería. Enlace.

Nam, A. 2010. *Building blocks of the policy review on Water Scarcity & Droughts in the EU. Water efficiency of buildings*. European Commission, DG ENV, Protection of Water Environment. Brussels. Enlace.

ONU. 2014. *Conferencia Anual 2014 Preparando el Día Mundial del Agua 13-16 Enero 2014: Alianzas para mejorar el acceso, la eficiencia y la sostenibilidad del agua y la energía*. Zaragoza. Enlace.

ONU. 2014 *Informe de la Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2014 Resumen Ejecutivo Agua y Energía*. Zaragoza. Enlace.

Tellinghuisen, S. 2009. *Water Conservation = Energy Conservation*, Western Resource Advocates,Colorado (EEUU).

Wang, Y. D. 2009. *Integrated Policy and Planning for Water and Energy*, Journal of Contemporary Water Research & Education, 142: 46-51. Enlace.

Anexo A.4.2. Nuevas tecnologías. Agua y energía.

5.3. AGUAS PLUVIALES

5.3.1. SITUACIÓN ACTUAL Y NUEVO MODELO DE GESTIÓN

Los procesos de urbanización que se han desarrollado en Andalucía en las últimas décadas han tenido importantes consecuencias sobre el sistema hidrológico natural, como son la canalización, soterramiento y ocupación de cauces, o la impermeabilización de superficies.

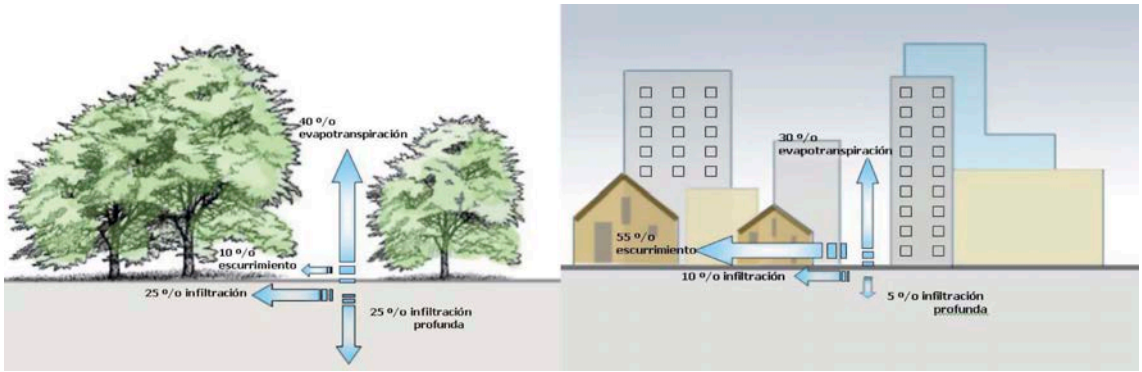
Fig. 5.3.1. Transformación de cauces por procesos de urbanización



Fuente: Asociación por la Defensa del Territorio del Aljarafe, 2011.

En concreto, el sellado creciente de las superficies generado por los desarrollos urbanísticos ha modificado la capacidad natural del suelo para retener e infiltrar las aguas pluviales. Esta alteración tiene como consecuencias inmediatas un aumento importante del volumen, los caudales punta y la velocidad de las aguas de escorrentía, que aumenta el número y gravedad de las inundaciones -sobre todo de las zonas más vulnerables-, sobrecarga las redes unitarias -con el consecuente aumento de gastos económicos y energéticos- y se convierte en una fuente de contaminación difusa.

Fig. 5.3.2. Influencia de la urbanización en el ciclo del agua.



La necesidad de afrontar este reto desde una perspectiva diferente a la tradicional, que combine aspectos hidrológicos, medioambientales y sociales, está favoreciendo un rápido aumento a nivel mundial del uso de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS).

La filosofía de los SUDS consiste en reproducir, en la medida de lo posible, el ciclo hidrológico natural previo al proceso urbanizador, tratando con ello de disminuir la cantidad y mejorar la calidad de la escorrentía, maximizando la integración paisajística y el valor social y ambiental de las intervenciones realizadas.

Estos sistemas de drenaje de agua superficial, que han sido concebidos siguiendo las pautas del desarrollo sostenible, se caracterizan por atenuar el flujo de agua y retenerlo a través de soluciones que permiten que se incorpore gradualmente a los cuerpos de agua receptores. Así, las aguas son infiltradas para alimentar a los acuíferos cercanos, las vías fluviales próximas y la vegetación circundante, incorporando sistemas naturales de depuración que mejoran la calidad ambiental de la ciudad.

5.3.2. NORMATIVA ESPECÍFICA DE APLICACIÓN

En general, en la normativa de saneamiento no se mencionan los SUDS, ya que está desarrollada para sistemas de drenaje urbano convencionales. No obstante, los SUDS son aplicables en el diseño del drenaje urbano de cualquier sistema de saneamiento, y por lo tanto, además de la legislación específica sobre aguas pluviales, le es de aplicación la normativa de saneamiento urbano.

NORMATIVA EUROPEA

- Directiva 2007/60/CE relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.
- Directiva 2006/118/CE relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.
- Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas. Modificada por la Directiva 98/15/CE, que define los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas.
- Directrices sobre mejores prácticas para limitar, mitigar o compensar el sellado del suelo, Comisión Europea 2012.

NORMATIVA ESTATAL

- Real Decreto 903/2010. Real Decreto de Evaluación y Gestión de Riesgos de Inundación.
- Real Decreto 1290/2012, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas, y que modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico y el Real Decreto 509/1996. Regula el tratamiento de aguas de tormentas e introduce la necesidad de laminación de las mismas para evitar desbordamientos de sistemas de saneamiento.
- Real Decreto Ley 11/1995, por el que se aprueban las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas. Este decreto se desarrolla a través del Real Decreto 509/1996, y es modificado por RD 2116/1998, y con la correspondiente corrección de errores.
- Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales. Secretaría de estado de Medio Ambiente y Vivienda 1995.
- RD 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, modificado conforme a la Ley 8/2013, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas. Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas. Por otro lado, en la exigencia básica HS-4: Suministro de agua, se recogen criterios básicos para la reutilización del agua de lluvia.
- Real Decreto 233/2013 por el que se regula el Plan Estatal de fomento del alquiler

de viviendas, la rehabilitación edificatoria, y la regeneración y renovación urbanas. En su artículo 26, como actuaciones subvencionables incluye cubiertas verdes, las de reducción del uso de agua potable y riego, las de gestión sostenible de las escorrentías urbanas. Instrucciones 5.2.-IC Drenaje Superficial. MOPU 1990

• Máximas lluvias en la España Peninsular. Secretaría General de Carreteras. 1999.

NORMATIVA ANDALUZA

• Ley 7/2002 de Ordenación Urbanística de Andalucía (LOUA). Se introducen determinaciones para preservar los suelos asociados al dominio público hidráulico y las zonas inundables

• Memoria técnica para la evaluación del ciclo hidrológico del agua municipal en los planes generales de ordenación urbana. Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente (Borrador 3.2.-Febrero 2009). Plantea los contenidos a ser incluidos en los instrumentos de planeamiento general a los que hace referencia la Ley 7/2002 de Ordenación Urbanística de Andalucía.

• Estrategia de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales en Andalucía.

• Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces. Nace con el objetivo de que las acciones antrópicas en general, y la actividad urbanística en particular, reduzcan la presión sobre los cauces, buscando que, aun protegiéndose de las crecidas a las poblaciones colindantes, se recupere en lo posible las llanuras de inundación para usos compatibles con sus funciones ecológicas y de evacuación de avenidas.

NORMATIVA MUNICIPAL

• Reglamentos reguladores de prestación del servicio de agua y saneamiento de los servicios municipales o compañías de aguas.

• Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento y Saneamiento del servicio municipal o compañía de aguas.

5.3.3. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN

Las estrategias para la gestión del drenaje urbano deben ser planificadas en función del propósito y de las condiciones locales en que se insertan. De este modo, las medidas se ordenan sucesivamente en relación a la escala de intervención, en lo que denominaremos como la Cadena de Gestión, que parte de medidas de prevención y control de las precipitaciones en origen, aumentando la escala de intervención hasta la cuenca urbana:

1. **Prevención**: Medidas no estructurales para controlar la escorrentía y evitar que la contaminación entre en contacto con el agua, como la educación y sensibilización, la planificación urbana, o la gestión de los residuos.
2. **Gestión en origen**: Es el control de la escorrentía lo más cerca posible del lugar donde se genera a través de pozos de infiltración, cubiertas vegetadas, superficies permeables, etc.
3. **Gestión en entorno urbano**: Medidas de gestión de la escorrentía procedente de áreas mayores (barrios o pequeñas ciudades), a través de sistemas de retención, infiltración y laminación, o infraestructuras de transporte.

4. **Gestión en cuencas**: Son las técnicas que gestionan la escorrentía proveniente de grandes áreas, y que generalmente requieren de un mayor espacio para ponerlas en práctica. Grandes estanques de retención o detención y humedales artificiales sirven de ejemplo.

Fig. 5.3.3. Cadena de gestión



Fuente: Perales, S. 2014.

• MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

MNE 1. PLANEAMIENTO Y DISEÑO URBANO:

— Control del planeamiento urbanístico y del crecimiento de las ciudades.
— Incorporación de sistemas drenaje sostenible en estadios tempranos del planeamiento.
— Protección de las áreas sensibles. Respeto y recuperación, en la medida de lo posible, de los sistema de drenaje natural de la zona, quebradas y cauces naturales existentes.
— Disminución de la escorrentía mediante una buena combinación de áreas permeables e impermeables.
— Formación y asesoramiento de los técnicos municipales y proyectistas.

MNE 2. MANTENIMIENTO DEL VIARIO:

— Limpieza de las redes de drenaje y eliminación regular de contaminantes de la calle antes de su entrada al caudal de escorrentía.

MNE 3. CONCIENCIACIÓN CIUDADANA:

— Campañas sobre buenas prácticas en el hogar: no desechar residuos ni aceites por los sumideros, limpieza periódica de superficies impermeables, etc.
— Minimizar el uso de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos en la gestión de zonas verdes.
— Incorporación de cartelería explicativa en las nuevas obras de drenaje sostenible donde se explique el funcionamiento de las mismas.

• MEDIDAS ESTRUCTURALES

ME 1. SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), son elementos que tienen como objetivo principal disminuir los impactos que la urbanización produce sobre la cantidad y calidad del agua de escorrentía en los entornos urbanos, disminuyendo con ello los riesgos de inundación y mejorando la capacidad de recarga de los acuíferos, además de producir beneficios en términos paisajísticos y de biodiversidad.

Se pretende con estas actuaciones que, mediante la incorporación de procesos de filtración, infiltración, evapotranspiración y reutilización (aprovechamiento), la cuenca urbana se comporte de un modo más parecido a como se comportaba en su estado natural. (Perales, S. 2014).

Fig. 5.3.4. Cuneta verde (swale) junto a parking



Fuente: chesapeakestomwater.net

Las soluciones de los problemas de aguas de lluvia pueden facilitarse si al inicio del proyecto se planifica la red de drenaje de manera coordinada con el resto de elementos de la urbanización. La selección de las mejores alternativas técnicas, pasa por un proceso por etapas que permita **priorizar los objetivos** de nuestra intervención y aborde los siguientes aspectos:

1. **Protección y mantenimiento de las condiciones naturales:** preservar e integrar en el diseño la topografía y los elementos de la red natural de drenaje existentes; aprovechar la posibilidad de disponer canales abiertos adecuadamente estabilizados y protegidos de la erosión; conservar especies vegetales autóctonas, cursos de agua, humedales, etc.
2. **Disminuir la escorrentía:** reducir al máximo la superficie de las áreas impermeables; desconexión de superficies impermeables, favoreciendo el drenaje hacia zonas que permitan la retención e infiltración; promover el drenaje de cubiertas de edificios hacia elementos de infiltración (pozos, zanjas o jardines);

evitar cunetas y conductos de rápido escurrimiento y sustituirlos por elementos vegetados donde sea posible.

3. **Favorecer la retención:** tratar de captar el agua de lluvia en el punto donde se produce la escorrentía, favoreciendo su tratamiento en el lugar mediante la retención, sedimentación e infiltración; disponer de elementos de retención que permitan la laminación del caudal antes de que los excesos lleguen a la red; disponer áreas verdes en las zonas más bajas para que reciban las aguas de lluvia de zonas impermeables superiores por gravedad; proveer espacio para ubicar elementos alternativos como jardines de infiltración, estanques y lagunas de retención u otros.

4. **Usar cadenas de tratamiento para la eliminación de contaminantes:** identificar adecuadamente el tipo de contaminantes que pueden arrastrar las aguas de escorrentía; disponer elementos de pretratamiento que permitan tratar especialmente las primeras aguas, las cuales contienen una mayor carga contaminante; combinar distintas tipologías de SUDS que permitan remover cada uno de los contaminantes detectados; disponer distintas etapas de tratamiento para asegurar una calidad de las aguas adecuada en su llegada al cuerpo receptor.

Tabla. 5.3.1. Número de tratamientos en la cadena de gestión (Suponiendo pre-tratamientos eficaces previos)

SENSIBILIDAD DEL MEDIO RECEPTOR → / CARACTERÍSTICAS DE LA ESCORRENTÍA ↓	NIVEL BAJO	NIVEL MEDIO	NIVEL ALTO
Tejados/cubiertas	1	1	1
Calles residenciales/áreas de aparcamiento/ zonas comerciales	2	2	3
Zonas de recogida de residuos/áreas industriales/ muelles de carga/autovías-autopistas	3	3	4

Fuente: Adaptado de The SUDS Manual (CIRIA, 2007).

FACTORES A CONSIDERAR[1]

1. **Características climáticas:**

Las características de la pluviometría en la zona de estudio vienen definidas por las gráficas de **precipitaciones totales anuales y el régimen pluviométrico mensual** (medio, máximo y mínimo). Estas gráficas deberán obtenerse a partir de las series de datos de las estaciones meteorológicas más cercanas al área de estudio.

A partir de ellas, será necesario caracterizar la **precipitación de proyecto**, definida como el patrón de comportamiento habitual de las lluvias en la zona de estudio. Para definir la altura y la duración de la precipitación de proyecto, se suele recurrir como información de base a las **curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)**, que se generan a partir de los datos de precipitación recopilados. A partir de estos datos se puede obtener el hietograma del aguacero, es decir, la distribución de la intensidad de lluvia durante la duración del evento característico referido a un **periodo de retorno** determinado.

2. **Características del suelo:**

La profundidad de la **capa freática**, el coeficiente de **permeabilidad del suelo** y el espesor de las capas drenantes superiores, condicionarán en gran medida la tipología de SUDS que podrán ubicarse en cada intervención. Tanto la permeabilidad de las capas superiores de suelo, como el espesor de las mismas, condicionarán la capacidad de infiltración de éste. También la profundidad de la capa freática será un factor determinante en este sentido, siendo necesario evaluar la sensibilidad de las aguas subterráneas para aplicar criterios más restrictivos a la hora de favorecer este tipo de procesos.

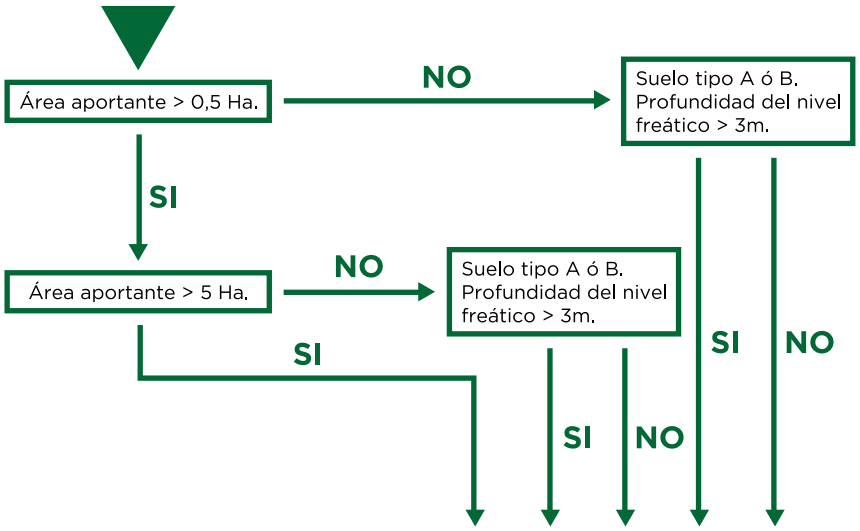
3. **Características de las superficies urbanas:**

El área de las superficies y su naturaleza (caracterizada por el uso de las mismas y su coeficiente de escorrentía), la configuración de las pendientes y la ubicación de los elementos de desagüe de la red, serán factores determinantes para definir el caudal de drenaje que debemos gestionar en cada punto.

CRITERIOS DE APLICACIÓN

Una vez caracterizada la zona de estudio, para la selección de las tecnologías más adecuadas en cada caso podrá seguirse el siguiente árbol de decisión:

Fig. 5.3.4. Árbol de decisión de los SUDS



CUBIERTA VEGETADA				X	X
SUPERFICIES PERMEABLES		X		X	
SUPERFICIES PERMEABLES CON DRENAJE SUBTERRÁNEO			X		X
POZOS DE INFILTRACIÓN		X		X	
ZANJAS DE INFILTRACIÓN		X		X	
DENES FILTRANTES O FRANCESES					X
JARDINES DE INFILTRACIÓN (BIORETENCIÓN)		X		X	
CUNETAS VERDES		X		X	
FRANJAS FILTRANTES				X	X
HUMEDALES ARTIFICIALES	X	X	X		
DEPÓSITOS DE DETENCIÓN	X		X		
ESTANQUES DE RETENCIÓN	X		X		

Los suelos tipo A son aquellos con buenas características de infiltración (gravas y arenas limpias).
Los suelos tipo B presentan tasas de infiltración moderadas, siendo suelos de textura gruesa con presencia de finos.

Fuente: Elaboración propia. Adaptado de Gobierno de Chile, 2005.

En la siguiente tabla caracterizamos así mismo cada uno de los SUDS en relación a la capacidad de tratamiento que cada uno de estos elementos tiene sobre contaminantes comunes en entornos urbanos:

Fig. 5.3.5. Capacidad de tratamiento de los SUDS.



Fuente: Adaptado de SFPUC, 2009.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Selección y localización de las tecnologías a implementar.
En base a las condiciones del contexto y los objetivos que hemos priorizado, seleccionaremos aquellas tecnologías SUDS que mejor se adaptan a estos requerimientos. En el siguiente apartado de clasificación de las tecnologías, encontraremos los SUDS organizados en base a los objetivos que pueden cumplir. Con la ayuda del árbol de decisión podremos identificar aquellos que resulten de mayor utilidad.

Es importante recordar que a partir del concepto de cadena de gestión, podemos establecer una selección de las medidas a implementar en cada una de las escalas de la intervención. Disponer además de elementos de pretratamiento, o de diferentes dispositivos consecutivos en la cadena de tratamiento, nos permitirá poder atender diferentes objetivos (sedimentación, tratamiento de contaminantes, retención, infiltración, etc.).

En esta fase es necesario tener en consideración la necesaria integración de los SUDS en el resto de elementos de la urbanización. Además, deben existir elementos que conecten los SUDS con la red urbana de saneamiento, de manera que ésta pueda evacuar los excesos de escorrentía que se puedan producir cuando la precipitación rebase puntualmente la capacidad de carga de estos dispositivos.

Fig. 5.3.6. Jardines de infiltración (rain gardens).



Fuente: drystonegarden.com

Dimensionado y diseño de los SUDS.

Para el dimensionamiento de los elementos de gestión de la escorrentía urbana, partimos del cálculo del **caudal punta** para el episodio definido como "precipitación de proyecto". Existen diferentes métodos que, a falta de datos de aforo, simulan el proceso de transformación de la precipitación en escorrentía. El más sencillo es el Método Racional, aunque asume una serie de hipótesis que lo limitan a un determinado tipo de cuencas, siempre menores a 50 Km^2. Según este método, el caudal aportante de una cuenca urbana se calcula como:

$$Q = \frac{CiA}{3600}$$

Siendo:
Q = caudal en l/s;
C = Coeficiente de escorrentía;
i = intensidad de lluvia (mm/hr)
y A = área en m^2

Para aproximaciones más detalladas al cálculo del caudal punta se puede consultar también a Arizmendi, J.L. (1991) y Herce et al (2002).

Por otro lado, cabe mencionar que el dimensionamiento de los elementos de infiltración, según Ciria (156, 1996), puede realizarse a partir de una superficie dada, calculando su profundidad mediante la siguiente expresión:

$$h_{max} = a \cdot (e^{(-b \times t_d)} - 1)$$

siendo:

$$a = \frac{A_b}{P} - \frac{A_D \cdot i}{P \cdot K} \qquad b = \frac{P \cdot K}{n \cdot A_b}$$

Los parámetros son los siguientes:
- K: coeficiente de infiltración (m/h)
- AD: Área a drenar (m2)
- Ab: Área base del elemento (m2)
- n: Porosidad del material de relleno
- i: Intensidad pluviométrica (m/h)
- td: Duración de la tormenta (h)
- P: perímetro del sistema de infiltración

En cualquier caso, cada una de las tecnologías de SUDS están definidas en sus fichas correspondientes del anexo A.4, en las que podremos encontrar referencias concretas para su dimensionamiento. Así mismo, en los manuales referidos en el apartado de recursos, encontraremos también procedimientos para un adecuado dimensionamiento y diseño de estos elementos. Concretamente, el sistema de ayuda a la decisión Hydrópolis (Ficha SAD-11) proporciona una serie de documentos y tablas de cálculo para el dimensionamiento de SUDS.

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Existen diferentes criterios para clasificar los SUDS, ya que cada uno de estos sistemas puede ser configurado para atender a más de un objetivo. En relación al funcionamiento de cada sistema, podemos clasificar estas tecnologías en los siguientes grupos (Ver anexo A.4.3):

	Control en el origen	Sistemas de filtración y transporte	Sistemas de filtración e infiltración	Sistemas de almacenamiento y tratamiento
No Vegetados	- AP 01 Almacenamiento de pluviales (aljibes). - AP 03 Superficies permeables. - AP 04 Pozos de infiltración.	- AP 06 Drenes filtrantes.	- AP 04 Pozos de infiltración. - AP 05 Zanjas de infiltración.	- AP 10 Depósitos de infiltración (enterrados)
Vegetados	- AP 02 Cubiertas vegetadas. - AP 03 Superficies permeables	- AP 07 Franjas filtrantes. - AP 08 Cunetas vegetadas.	- AP 07 Franjas filtrantes. - AP 09 Áreas de biorretención.	- AP 10 Depósitos de infiltración superficiales. - AP 11 Depósitos de detención. - AP 12 Estanques de retención. - AP 13 Humedales artificiales.

RESULTADOS PREVISIBLES

— **Reducción de los caudales punta:**
Permiten una reducción importante de los caudales punta en episodios de tormenta, lo cual redunda en la disminución de las inundaciones y un mejor cumplimiento del RD 1290/2012 sobre desbordamientos de los sistemas de saneamiento.
— **Reducción de la escorrentía promedio anual:**
La reducción del volumen total de agua que llega a las depuradoras, permite el ahorro económico y de la energía necesaria para el transporte y depuración de dichas aguas.
— **Aumento de la infiltración:**
El incremento del volumen de agua infiltrada permite la recarga de los acuíferos y un mayor nivel de evapotranspiración, con la consiguiente reducción del efecto "isla de calor" en nuestras ciudades.
— **Mejora de la calidad paisajística:**
Los SUDS, especialmente aquellos que cuentan con elementos vegetados, generan una mejora sustancial de la calidad del paisaje urbano de los espacios donde se ubican.

NOTAS

1 - En el anexo A.1 de esta Guía se presenta una descripción general de algunos de estos factores referidos al territorio andaluz, así como las bases de datos estadísticos y cartográficos en las que encontrar información detallada.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Grupos y proyectos de investigación:

- E2stormed. Enlace.
- ECOTECH. Instituto de Ciencias y Economía ambiental. Enlace.
- DayWater (ver ficha PPI-14). Enlace.
- Prepared enabling change (ver ficha PPI-15). Enlace.
- Aquaval (ver ficha PPI-16). Enlace.

Webs:

- Drenaje Urbano Sostenible. Enlace.
- Drenaje Sostenible. Enlace.
- California Stormwater Quality Association. Enlace.

Sistemas de ayuda a la decisión (SAD):

- AquaCycle: Ver ficha SAD-03.
- COFAS: Ver ficha SAD-06.
- EPA SWMM: Ver ficha SAD 10.
- Hydrópolis: Ver ficha SAD-11.
- Storm Water Management Tool: Ver ficha SAD-12.
- MUSIC: Ver ficha SAD-13.

Manuales de diseño:

- Woods-Ballard et al. 2007. *The SUDS Manual* . London. CIRIA. Enlace.
- San Francisco Public Utilities Comission.2009. *Storm Water Design Guide Lines*. San Francisco. Enlace.
- Low Impact Development Center. 2010. *Low impact Development Manual for South California*. Enlace.
- University of Arkansas Community Design Center. 2010. *Low Impact Development: a design manual for urban areas*. Fay Jones School of Architecture. University Of Arkansas Press. Fayetteville, Arkansas. ISBN-13: 978-0-9799706-1-0. Enlace.
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Gobierno de Chile.2005. *Guía de diseño y especificaciones de elementos urbanos de infraestructura de aguas lluvias*. Santiago de Chile (Chile). Enlace.

Bibliografía específica:

AA.VV. 1996. *Guía para la Redacción de Proyectos de Urbanización*. Tomos I y II. C.S.C.A.E. (Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España). Enlace.

Arizmendi Barnes, L.J. Arquitecto. 1991. *Instalaciones Urbanas. Infraestructura y Planeamiento*. Tomos I, II y III. Librería Editorial Bellisco (MBH). Madrid.

Chow VT, Maidment DR, Mays LW. 1988. *Applied Hydrology*. McGraw-Hill, New York.

Chow, V.; Maidment, D.; Mays, L. 1994. *Manual de Hidrología Aplicada*. Santafé de Bogotá, Colombia: Mc Graw-Hill. 584 p.

CIRIA. 1996. *Infiltration drainage – Manual of good practice*. Report 156, Construction Industry

Research & Information Association, London.

CIRIA. 2000. *Sustainable urban drainage systems: A design manual for England and Wales*. Report C522, Construction Industry Research & Information Association, London.

CIRIA. 2004. *Sustainable drainage systems: Hydraulic, structural and water quality advice*. Report C609, Construction Industry Research & Information Association, London.

García Marín, A. 2007. *Análisis multifractal de series de datos pluviométricos en Andalucía.* Tesis Doctoral. Directores: Dr. Francisco José Jiménez Hornero. Dr. Jose Luís Ayuso Muñoz. Departamento de ingeniería rural. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos y de Montes. Córdoba. Enlace.

Herce, M y Morí, J. 2002. *El soporte infraestructural de la ciudad*. Ediciones UPC. Barcelona. Enlace.

Jefferies, Ch., I. Escuder Bueno, I. Andrés Doménech, S. Perales Momparler, R. Wade, A. Morales Torres. 2014. *Improving Energy Efficiency in Urban Stormwater Management in Mediterranean Cities*. 13th International Conference on Urban Drainage, Sarawak (Malasia) (2014).

Revitt D.M., Ellis J.B., and Scholes L. 2003. *Report 5.1. Review of the use of stormwater BMPs in Europe*. DayWater Project. Middlesex University. Enlace.

Scholes L., Revitt D.M., and Ellis J.B. 2004. *Determination of numerical values for the assessment of BMPs*. DayWater Project. Middlesex University. Enlace.

Urbonas B., Stahre P. 1993. *Stormwater management practices and detention for water quality, drainage and CSO management*. PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

Anexo A.4.3 Nuevas tecnologías. Aguas pluviales.

5.4. AGUAS RESIDUALES

5.4.1. SITUACIÓN ACTUAL Y NUEVO MODELO DE GESTIÓN

En las últimas décadas un nuevo modelo de gestión del ciclo del agua se está introduciendo en Andalucía. Los diseños lineales tradicionales se ven sustituidos por circulares, en los que, entre otros aspectos que se han desarrollado en anteriores capítulos, cobra importancia tanto la reutilización de las aguas como la captación de CO^2 bajo criterios de eficiencia.

La depuración de grandes ciudades se tiende a realizar con sistemas centralizados y tratamientos convencionales o intensivos, dadas las carencias de espacio o la carestía del suelo en los grandes núcleos de población. Sin embargo, cuando nos referimos a pequeñas aglomeraciones urbanas, las tecnologías no convencionales de tratamiento de aguas representan una buena herramienta tecnológica con la que abordar una gestión descentralizada. Se trata de soluciones adaptadas al entorno ambiental, social y económico de poblaciones pequeñas, ya que presentan una gran versatilidad, adaptabilidad, integración en el entorno natural y unos costes de implantación y explotación muy por debajo de los estimados en los tratamientos convencionales. La diferencia de funcionamiento entre un sistema de depuración no convencional y uno convencional radica en la velocidad de procesos de depuración, ya que en los sistemas no convencionales se trabaja a la velocidad natural propia de los procesos, sin apenas gasto energético ni reactivos.

En el caso de Andalucía, donde el 78% de los núcleos de población está constituido por aglomeraciones urbanas de menos de 2000 habitantes equivalentes -muchos de las cuales aún no cuentan con sistemas de depuración adaptados a la normativa- estas tecnologías representan una solución adecuada en muchos casos. Este tipo de tecnologías son también muy adecuadas para la implementación de sistemas de depuración en aquellas edificaciones y asentamientos ubicados en suelo no urbanizable (SNU), normalmente aislados de los núcleos de población, que pretendan adaptarse a la normativa para regularizar su situación a través del Decreto 2/2012, de 10 de enero, de la Junta de Andalucía. El número total de estas edificaciones se puede acercar al medio millón en el conjunto de Andalucía.

Por otra parte, la depuración de las aguas residuales, además de contribuir a la preservación de la calidad de los ecosistemas naturales, permite dar otro uso al agua ya utilizada. Y es en este aspecto, en concreto en la depuración de aguas grises (lavabos, bañeras y duchas) para sus reutilización, en donde las tecnologías no convencionales tienen también un papel que cubrir, incluso en grandes aglomeraciones.

En la presente guía centramos la atención prioritariamente en este tipo de tecnologías no convencionales, que se constituyen estrategias válidas para implementar la reutilización, especialmente de las aguas grises, en procesos de intervención en barriadas.

Requisitos Tecnologías no Convencionales		
Adecuación	A los recursos técnicos	Materiales sencillos, mínimo uso de equipos electromecánicos y productos químicos
	A los recursos económicos	Costes de implantación mínimos, escaso o nulo consumo energético
Robustez	Autorregulación eficaz ante variaciones de caudal	
Integración ambiental	Incluso con valor añadido	

5.4.2. NORMATIVA ESPECÍFICA DE APLICACIÓN

NORMATIVA EUROPEA

• Directiva 91/271/CEE sobre el tratamiento de aguas residuales urbanas. Modificada por la Directiva 98/15/CE, que define los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas.

• Directiva 76/464/CEE de 4 de Mayo, relativa a la contaminación causada por ciertas sustancias peligrosas vertidas al medio acuático por la comunidad.

• Directiva 86/280/CEE de 12 de Junio relativa al vertido de aguas interiores o al mar de efluentes que contengan o puedan contener sustancias peligrosas.

• Directiva 2000/60/CE Marco del Agua (DMA) por la que se establece el marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas. Esta directiva establece los objetivos ambientales de calidad de las masas de agua que han de alcanzarse en el año 2015.

• Directiva 2006/118/CE relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro.

NORMATIVA ESTATAL

• Real Decreto Ley 11/1995, por el que se aprueban las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas. Este decreto se desarrolla a través del Real Decreto 509/1996, y es modificado por RD 2116/1998, y con la correspondiente corrección de errores.

• Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales. Secretaría de estado de Medio Ambiente y Vivienda 1995.

• RD Legislativo 1/2001. Texto refundido de la Ley de Aguas (TRLA). Modificado por el artículo 129 de la Ley 62/2003 de medidas fiscales, administrativas y de orden social, por la Ley 11/2005 de Modificación del Plan Hidrológico Nacional y por Real Decreto-Ley 4/2007, por el que se modifica el texto refundido de la ley de aguas.

• Real Decreto 1620/2007, por el que se establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas. Establece las condiciones básicas para la reutilización de las aguas, precisando la calidad exigible a las aguas depuradas según los usos previstos.

• RD 314/2006 por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación, modificado conforme a la Ley 8/2013, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas. Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas.

• Real Decreto 1290/2012, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas, y que modifica el Reglamento del Dominio Público Hidráulico, y el Real Decreto 509/1996.

NORMATIVA ANDALUZA

• Ley 9/2010 de Aguas de Andalucía. Define como una función propia de la Administración de Aguas de Andalucía el informe sobre los instrumentos de planeamiento urbanístico.
• Estrategia de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales en Andalucía.

NORMATIVA MUNICIPAL

• Reglamentos reguladores de prestación del servicio de agua y saneamiento de los servicios municipales o compañías de aguas.
• Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento y Saneamiento del servicio municipal o compañía de aguas.

5.4.3. ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN

La reutilización de aguas regeneradas, en especial las aguas grises (lavabos, bañeras y duchas), constituye una importante estrategia de intervención en los casos de rehabilitación de barriadas.

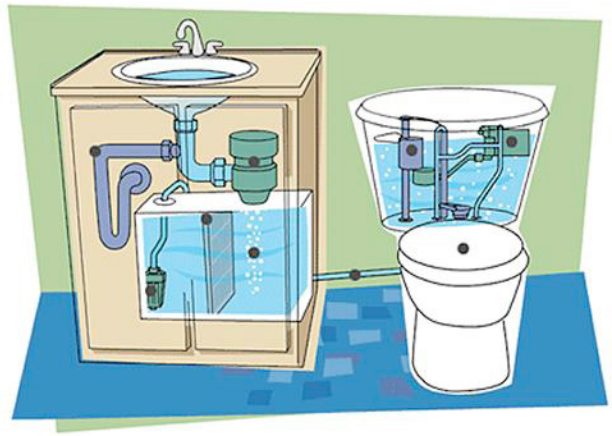
Una depuración adecuada de las aguas residuales las somete a procesos físicos, químicos y biológicos con el fin de reducir sus contaminantes y permitir su vertido o bien su reutilización, minimizando los riesgos para el medio ambiente, la salud y cerrando ciclos.

La eliminación de los contaminantes se realiza de forma secuencial y ordenada a través de diferentes etapas, que aplicadas de forma sucesiva, proporcionan un grado de tratamiento creciente de las aguas. La depuración consta de las siguientes etapas:
— **Pretratamiento**: Operaciones físicas y mecánicas, que tienen por objeto separar del agua la mayor cantidad posible de contaminantes (sólidos gruesos, arenas y flotantes) que por naturaleza o tamaño puedan dar problemas en los tratamientos primario y secundario. Las tecnologías aplicables son *Desbaste, Desarenado y Desengrasado*.
— **Tratamiento Primario**: su principal objetivo es la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes. Las tecnologías aplicables en este tratamiento son *Fosas Sépticas, Tanques Imhoff y Decantación Primaria*.
— **Tratamiento Secundario**: el objetivo es eliminar materia orgánica biodegradable disuelta o en forma coloidal, así como el resto de sólidos y parte de los nutrientes presentes en el agua. Aquí podemos distinguir entre dos tipos de tecnologías
> Extensivas: *Lagunajes, Humedales Artificiales, Filtros Intermitentes de Arena y Filtros de Turba*.
> Intensivas: *Lechos Bacterianos, Contactores Biológicos Rotativos, Reactores Secuenciales y Sistema de Biomasa Fija sobre Lecho Móvil*.
— **Tratamiento Terciario**: permite obtener efluentes de mayor calidad, para ser vertidos en zonas con requisitos más exigentes o para aguas que van a ser reutilizadas. Generalmente se busca la eliminación de patógenos y de nutrientes. Los procesos físicos, químicos y biológicos que se dan son la floculación, filtración, eliminación de N y P y desinfección.

En el caso de la reutilización de aguas, ésta puede aplicarse en diferentes escalas de intervención:

1. **Reutilización directa**: En el interior de la vivienda.
2. **Reciclaje de aguas grises**: A nivel de edificios y barriadas.
3. **Reutilización de aguas regeneradas**: Riego de parques y jardines, agricultura, campos de golf.

Fig. 5.4.1. Reutilización directa de aguas grises.



Fuente: Vivsa.es

• MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Se refieren a medidas que no requieren de la construcción de una infraestructura para ser llevadas a cabo, no estando sujetas a una localización específica.

MNE 1. PLANEAMIENTO Y DISEÑO URBANO:

- Control del planeamiento urbanístico y del crecimiento de las ciudades.
- Descentralización de infraestructuras de tratamiento de aguas residuales.
- Incorporación redes separativas tanto en las instalaciones de los edificios como en las redes urbanas.
- Consideración de tecnologías adecuadas de readecuación de calidades en función del uso del agua.
- Disminución del consumo de agua en base a la reutilización y valorización del recurso.
- Formación y asesoramiento de los técnicos municipales y proyectistas.

MNE 2. MANTENIMIENTO DE BARRIOS Y COMUNIDADES:

- Limpieza periódica de los sistemas de tratamiento de aguas como medida de prevención de obstrucciones y/o generación de olores.

MNE 3. CONCIENCIACIÓN CIUDADANA.

- Campañas sobre buenas prácticas en el hogar.
- Minimizar el uso de fertilizantes, pesticidas y otros agroquímicos en la gestión de zonas verdes.
- Cartelería explicativa en los sistemas de tratamiento y reutilización de aguas grises o residuales.

• MEDIDAS ESTRUCTURALES

ME 1. SISTEMAS SEPARATIVOS:

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

Un sistema de saneamiento separativo es aquél cuyo alcantarillado dispone de un conducto para aguas pluviales y otro diferente para aguas usadas. Ello permite optimizar el dimensionado y funcionamiento de la red de saneamiento, ya que los caudales previstos en cada tipo de conducto garantizan las condiciones de velocidad máxima y mínima. . La descarga a las redes puede producirse de manera similar a los sistemas unitarios, sin embargo la separación de aguas de distintas calidades queda garantizada.

En instalaciones interiores de viviendas, es posible y altamente recomendable la separación además de las aguas grises, con bajos niveles de contaminantes y casi ausencia de materia orgánica, susceptible de alcanzar, con relativa facilidad, las condiciones adecuadas para su reutilización en usos poco exigentes de calidad, en el mismo domicilio o comunidad, generando el consecuente ahorro de agua potable.
Estos sistemas requieren para su implantación, la conexión de los desagües de aguas grises a un depósito y tratamientos de depuración físicos, químicos y/o biológicos. Una vez tratada, el agua debe ser conducida por una red diferenciada y adecuadamente identificada, para su nuevo uso.

En relación con las aguas fecales, es interesante mencionar también el caso de la separación que realizan los sistemas de sanitarios secos, que permiten el reciclado de nutrientes (N, P, K) y materia orgánica para las plantas. Son inodoros con separación de heces y orina, en los que la materia orgánica fermenta anaeróbicamente de forma controlada mediante adición de material seco e inerte.

Fig. 5.4.2. Ejemplo de sanitario seco.



Fuente: Centro de Investigaciones del Diseño Industrial de la UNAM.

CRITERIOS DE APLICACIÓN

El agua proveniente de una red separativa puede tener diferentes destinos y usos dependiendo del origen y del tratamiento realizado (Ver capítulo 5.1.).

Las redes separativas de aguas pluviales, pueden implementarse simplemente para facilitar la gestión de las aguas de tormentas -habitualmente con unos caudales y cargas contaminantes muy diferentes a los de las aguas residuales-, o para su aprovechamiento posterior. En la actualidad la normativa exige que estén incorporadas en las nuevas edificaciones, no obstante, su implementación en las redes urbanas de áreas consolidadas requiere de grandes inversiones, por lo que son aún pocos los lugares que cuentan con este tipo de redes.

En el caso de las aguas grises, una vez separadas y tratada adecuadamente pueden ser utilizadas para la recarga de cisternas del inodoro, riego de zonas verdes y limpieza de exteriores. Las aguas deben tratarse y reutilizarse lo antes posible para evitar la aparición de malos olores a causa de procesos anaerobios. El sistema tiene un coste de instalación en torno a un 35 % superior al de la red unitaria y necesita mayor espacio para la instalación de la doble red. Por el contrario, sus beneficios pueden ser, como se indica a continuación, muy considerables.

El sanitario seco genera un residuo sólido valorizable como abono y permite la utilización de la orina como fertilizante natural. En ambos casos habrá de garantizarse una gestión adecuada de estos recursos.

RESULTADOS PREVISIBLES

Las redes separativas proporcionan la posibilidad de tratar de manera diferenciada cada uno de los efluentes, ya sea para la reutilización de aguas grises (en cuyo caso pueden generar ahorros de en torno a 50 l/hab.dia) o para el tratamiento diferenciado de las aguas pluviales. En este caso, se pueden generar importantes ahorros en relación a las necesidades de depuración de grandes volúmenes de agua, así como mejorar la calidad del efluente en el caso de descargas puntuales.

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Según la clasificación utilizada en el conjunto de Fichas Tecnológicas (anexo A.4).

AR-01: Inodoro seco.
AR-02: Biojardineras.
AR-03 : Canal de saneamiento
AR-04 : Sistemas compactos aireados.
AP-01: Sistemas de captación y almacenamiento de pluviales.

ME 2. SISTEMAS COMPACTOS DE DEPURACIÓN:

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

Equipos de depuración constituidos por una unidad indivisible que permite el saneamiento y depuración autónomo de un número reducido de habitantes. Existen modelos prefabricados en el mercado, aunque también pueden ser construidos *in situ*. Constan de pretratamiento, tratamientos primario y secundario en etapas físicamente independientes o en un solo sistema compacto conjunto. Depuran a niveles de calidad aptos para vertido o reutilización.

CRITERIOS DE APLICACIÓN

Pequeñas poblaciones, urbanizaciones, hoteles, incluso viviendas aisladas donde una depuración ecológica no sea de aplicación por limitaciones de espacio, principalmente. Requieren espacios reducidos aunque incorporan consumos eléctricos, de reactivos químicos y algunas necesidades de mantenimiento.

PROCEDIMIENTO DE DISEÑO

Los procedimientos de diseño se basan en criterios microbiológicos basados en la cinética bacteriana de los microorganismos que intervienen en la depuración, así como parámetros físicos de carga hidráulica superficial (m^3/m^2h), cargas orgánicas/sólidos volumétricas y superficiales (kg/m^3h, kg/m^2h) y tiempos de retención hidráulicos.

Sus valores son establecidos en función de los rendimientos deseados y permiten el cálculo de volúmenes y superficies. La geometría completa de los tanques es función del diseño de reactor, existiendo recomendaciones específicas para cada tecnología.

RESULTADOS PREVISIBLES

Los sistemas compactos automatizados proporcionan garantías suficientes para niveles de calidad de vertido. Biojardineras y CAS son tratamientos secundarios que aportan resultados similares pero que requieren de un tratamiento primario previo. En el caso de la reutilización, estos sistemas requieren también de tratamiento terciario para la desinfección.

5.4.3. Sistema compacto.



Fuente: CENTA

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Según la clasificación utilizada en el conjunto de Fichas Tecnológicas (anexo A.4).
AR-02: Biojardineras.
AR-03: Canal de saneamiento aireado.
AR-04: Sistemas compactos.

ME 3. PRETRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES:

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

Tienen como objetivo el retirar del agua aquellos contaminantes que puedan interferir en el buen funcionamiento de los tratamientos primario y secundario. Según su tipología, eliminan con suficiente garantía los grandes sólidos transportados por el agua, grasas, flotantes y arenas.

CRITERIOS DE APLICACION

Pretratamiento de todos los tamaños de población, eligiéndose los de tipo estático en general para poblaciones menores de 2000 habitantes equivalentes (h.e.). Como caso particular, para la reutilización de aguas grises, el pretratamiento puede quedar reducido a un desengrasador.

Será importante tener en cuenta la producción de residuos esperada en cada uno de los sistemas, así como los casos de variabilidad acusada de caudal, en los que los sistemas estáticos pueden dar problemas de decantación, acumulándose residuos con altos contenidos en materia orgánica.

PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO

El diseño se realiza en base a cargas hidráulicas (m^3/m^2h) y tiempos de retención hidráulicos (min). En los sistemas de desbaste, las velocidades de paso y de acercamiento son también determinantes, ya que han de evitarse valores demasiado

bajos que puedan generar problemas de sedimentación, mientras que superar ciertos límites de velocidad genera elevadas pérdidas de cargas y posibles arrastres, con la consiguiente pérdida de rendimientos en cuanto a calidad y a eficiencia energética.

RESULTADOS PREVISIBLES

El tamizado, en general, retiene los sólidos de tamaño inferior a 3 mm. La reducción de arenas es del 90% y de un 80% en el caso de las grasas.

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Según la clasificación utilizada en el conjunto de Fichas Tecnológicas (anexo A.4).
AR-05: Arqueta de pretratamiento.
AR-06: Desbaste.
AR-07: Desarenador.
AR-08: Desengrasador.

ME 4. TRATAMIENTOS PRIMARIOS:

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

Permiten la eliminación de los sólidos en suspensión sedimentables en casi su totalidad por acción exclusiva de la gravedad, lo cual representa más de la mitad de los sólidos presentes en el agua. Aprovechando la diferencia de densidades, se produce también una eliminación importante de grasas y flotantes. Además de fenómenos físicos, simultáneamente se producen procesos biológicos, que fermentan anaeróbicamente la materia orgánica.

CRITERIOS DE APLICACION

Pequeñas aglomeraciones urbanas, residencias aisladas, grupos de viviendas, campings. Su principal aplicación es servir de tratamiento previo a tratamientos secundarios, concretamente a los recogidos en las fichas AR-14, AR-15, AR-16, AR-17, AR-18, AR-21. Estos procesos están especialmente influenciados por la temperatura. Valores de 6 a 12º en agua afectan a los rendimientos que pueden verse disminuidos por ralentización de la cinética bacteriana. No obstante, en Andalucía, no se registran temperaturas en el agua por debajo de estos valores el tiempo suficiente para que tengan algún efecto sobre el proceso.

PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO

Los diseños se realizan en base a criterios de carga orgánica (kg^3/m^2d) o volumétrica (kg^3/m^2d) siempre que se garanticen suficientes tiempos de retención hidráulicos.

RESULTADOS PREVISIBLES

Rendimientos de entre el 65 y el 80% en sólidos en suspensión, y 25-35% en materia orgánica.

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Según la clasificación utilizada en el conjunto de Fichas Tecnológicas (anexo A.4).
AR-09: Fosa séptica.
AR-10: Tanque Imhoff.
AR-11: Fosa anaerobia de alta velocidad.

ME 5. TRATAMIENTOS SECUNDARIOS:

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

Permiten, por medios físicos, químicos y biológicos, la eliminación de la materia orgánica y los sólidos en suspensión hasta niveles de calidad acordes con los requisitos de vertido establecidos por la normativa vigente. Los procesos biológicos son los principales, pudiéndose distinguir según las distintas tecnologías sistemas de biopelícula y de cultivo en suspensión. En todos los casos, al tratarse de tecnologías extensivas el uso energético asociado al tratamiento es casi nulo o insignificante.

CRITERIOS DE APLICACION

El campo de aplicación de estos sistemas son principalmente pequeñas aglomeraciones urbanas. Las distintas tecnologías disponibles requieren de valores variables de superficie, estableciéndose un rango de entre 2 y 7 m^2/h.e. Sus posibilidades de aplicación se ven limitadas por la disponibilidad de espacio. Los sistemas de alta velocidad incorporan diseños más eficientes que permiten atenuar este problema. Al ser procesos naturales con ausencia de aportes energéticos externos, son más sensibles a las condiciones meteorológicas con lo que, especialmente, elevados índices de pluviometría y/o bajas temperaturas, pueden limitar sus rendimientos.

Fig. 5.4.4. Humedal artificial.



Fuente: CENTA.

PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO

Los procesos de biopelícula se diseñan en función de la superficie específica necesaria para el anclaje de los microorganismos al sustrato, mientras que los de cultivo

en suspensión, se diseñan con tiempos de retención hidráulicos y cargas superficiales. Todo ello teniendo en cuenta las correspondientes ecuaciones de cinética bacteriana, que en general responderán a procesos de tipo aerobio-anóxico.

RESULTADOS PREVISIBLES

Estos tratamientos garantizan rendimientos suficientes para la adecuación de la calidad del agua a los límites de vertido legalmente establecidos, siendo en cualquier caso todos ellos superiores a 85% tanto en eliminación de sólidos en suspensión como en reducción de la materia orgánica.

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Según la clasificación utilizada en el conjunto de Fichas Tecnológicas (anexo A.4).
AR-12: Lagunaje.
AR-13: Humedales artificiales de aguas residuales urbanas.
AR-14: Sistema de drenes de aireación forzada.
AR-15: Lechos de turba.
AR-16: Lechos bacterianos.
AR-17: Filtros verdes (suelo).
AR-18: Infiltración (suelo).
AR-19: Escalera de oxigenación.

ME 6. TRATAMIENTOS TERCIARIOS:

DEFINICIÓN Y OBJETIVOS

Aportan un tratamiento de afino al agua residual tratada, que partiendo de niveles de calidad acordes con los requisitos de vertido, reducen contenidos en sólidos en suspensión o patógenos en agua.

Se basan en fenómenos físicos de filtración o químicos y biológicos para la eliminación de patógenos del agua de manera natural. En el primero de los casos son necesarios materiales de soporte mientras que en el segundo la radiación solar y la acción de microalgas son los responsables.

CRITERIOS DE APLICACION

Principalmente pequeñas aglomeraciones urbanas. Se requieren grandes superficies por metro cúbico de agua tratada por lo que existen limitaciones por disponibilidad de espacio. En los procesos de filtración, las condiciones meteorológicas propias del clima mediterráneo no son en principio limitantes, demostrándose especialmente adecuadas para desinfección natural.

Fig. 5.5.5. Reactor Baccou.



Fuente: Grupo TAR.

En el caso de sistemas de reutilización a escala urbana, puede existir una carencia de espacio para la realización de procesos terciarios no convencionales, existiendo alternativas convencionales (clorado, lámparas de UVA) que puede ser necesario implementar en determinadas ocasiones.

PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO

Los procesos de filtración se diseñarán en base a criterios de velocidad de filtración, pudiéndose establecer en este sentido filtros de alta y baja carga. En cuanto a los procesos de desinfección por microalgas, son las temperaturas y el tiempo de exposición a las condiciones que se generan en los reactores, los determinantes del grado de eliminación de patógenos, estando la geometría limitada por mínimas profundidades debido al escaso poder de penetración de las radiaciones y la presencia de turbidez en las aguas y beneficiados por las grandes superficies expuestas al sol.

RESULTADOS PREVISIBLES

Los sistemas de filtración alcanzan rendimientos en eliminación de sólidos y materia orgánica superiores al 90% y ofrecen entre 2 y 3 ud logarítmicas de reducción de patógenos. Los sistemas de desinfección naturales alcanzan la eliminación completa de microorganismos patógenos expresados en CF y/o EColi.

TECNOLOGÍAS DE APLICACIÓN

Según la clasificación utilizada en el conjunto de Fichas Tecnológicas (anexo A.4).
AR-20: Filtros de arena.
AR-21: Reactor Baccou.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Grupos y Proyectos de investigación:

- Grupo TAR (Tratamiento de aguas residuales). Universidad de Sevilla. Enlace.
- Fundación CENTA (Centro de las Nuevas Tecnologías del Agua). Enlace.
- NaWaTech (Ficha PPI-17) Enlace.
- Centro AGUA (Centro Andino para la Gestión y Uso del Agua). Enlace.

Ejemplos de aplicación:

- FAV en Planta Experimental de Carrión de los Céspedes. Carrión de los Céspedes, Sevilla.
- FAV en Campos Experimentales Blanco White. Complejo Educativo BW, Bellavista, Sevilla.
- EDAR de Los Gallardos, Almería. Enlace.

Webs:

- Lourdes Castillo Castillo. Manual Ecológico Seco. Enlace.
- Decren Water Consult. Enlace.
- Manual de construcción de baño ecológico seco. Enlace.
- Sanitario ecológico. Enlace.
- Aguapedia. Enlace.
- ACEPESA. Enlace.
- Anejo nº5 de Hidrología y drenaje. Enlace.

Bibliografía recomendada:

CEDEX-CENTA. 2008. Manual de implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones. Ministerio de Fomento, Ministerio de medio ambiente y medios rural y marino, CEDEX.

COMISIÓN EUROPEA. Procesos extensivos de depuración de aguas residuales. OIA. Francia. 2001. Enlace.

Grupo TAR. 2008. Investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería del agua posible. *Desarrollo de canales abiertos de saneamiento (CAS)*. Junta de Andalucía.

Herce Vallejo, M., Miró Farrerons, J. 2002. *El soporte infraestructural de la ciudad*. Ediciones UPC. ITT.

Kwok, A., Grondzik, W. Green Studio Handbook. Elsevier. ISBN-13: 978-0080890524

Lahora, A. Depuración de aguas residuales mediante humedales artificiales: La EDAR de Los Gallardos (Almería). Gestión de Aguas del Levante Almeriense S.A. Enlace.

Lara Borrero, J.A. 1999. *Depuración de Aguas Residuales Municipales con Humedales Artificiales*. Universidad Politécnica de Catalunya. Enlace.

Lara, J., *Depuración de aguas residuales urbanas mediante humedales artificiales*. Enlace.

Lebrato, J.,Pozo-Morales, L. 2011. Tratamientos convencionales y posibles del agua. E.I.A.

Moreno Marín, A. 2008. *Fotobiorreactor cerrado como método de depuración de aguas residuales urbanas.* Tesis doctoral. Enlace.

Palma Carazo, I.J. 2003. Las Aguas residuales en la arquitectura contemporánea. Ed. EUNSA. Navarra. Enlace.

Pozo-Morales, L, Franco, M., Garvi, D., Lebrato, J. 2013. *Influence of the stone organization to avoid clogging in horizontal subsurface-flow treatment wetlands*. Ecol Eng, 54 (2013) p. 136-144.

Pozo-Morales, L, Franco, M., Garvi, D., Lebrato, J. 2014. *Experimental bases for the design of horizontal subsurface flow treatment wetlands in naturally aerated channels with an anti clogging stone layout*. Ecol Eng, 70 (2014) 68-81. Enlace.

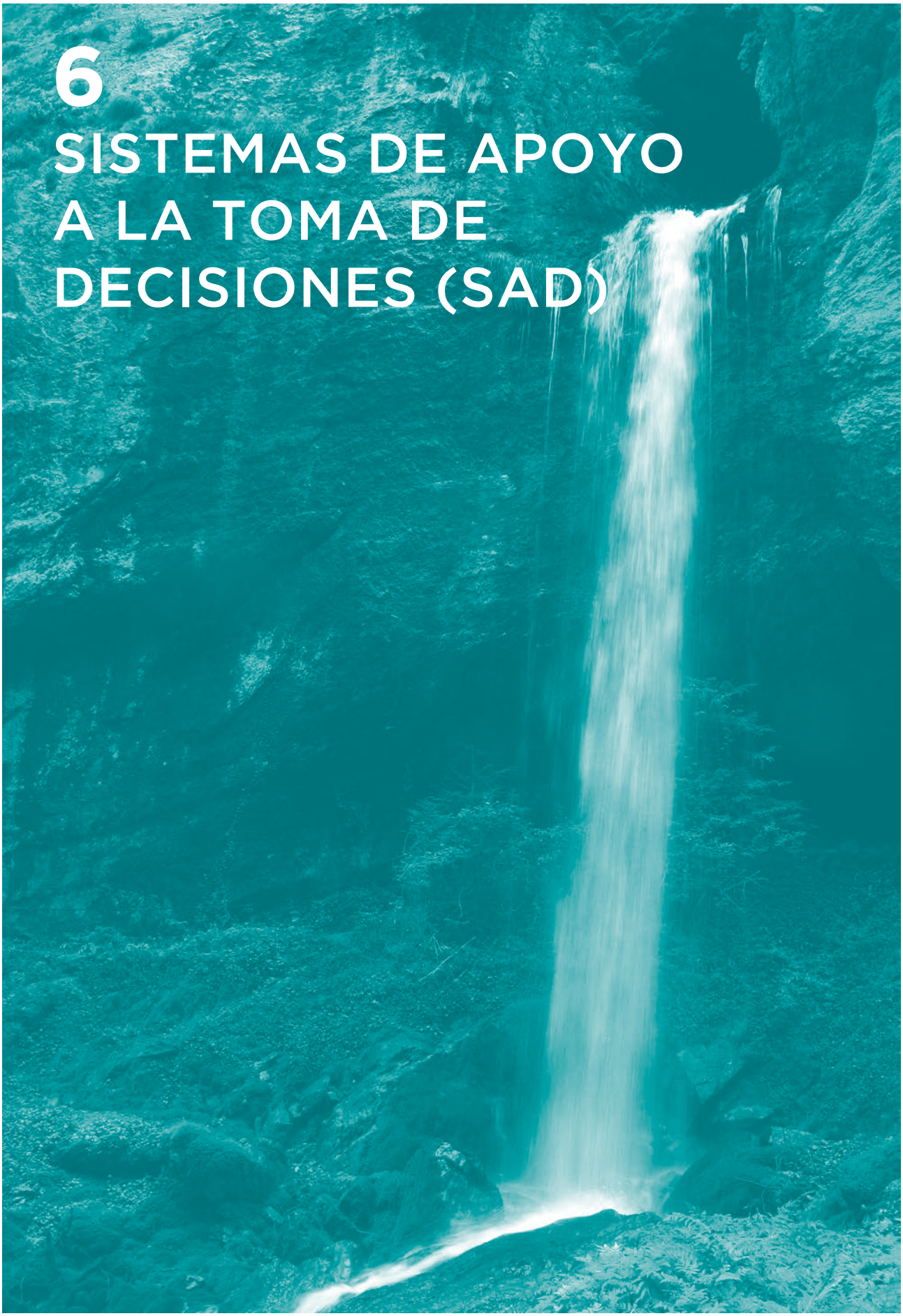
Rosales Escalante, E. 2006. Manual para la construcción de biojardineras. Iniciativa Integrada para un Ambiente Urbano Sostenible. Enlace.

Sassi, P. 2006. Strategies for sustainable architecture. Taylor & Francis e-Library. Enlace.

Shilton, Andy. Pond Treatment Technology. IWA Publishing, 2005.

United Nations Human Settlements Programme. Constructed Wetlands Manual.2008.

Anexo A.4.4 Nuevas tecnologías. Aguas residuales.



6
SISTEMAS DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES (SAD)

INTRODUCCIÓN

Los sistemas hidrológicos son sistemas complejos, no lineales, retroalimentados y adaptativos; con propiedades emergentes y respuestas a la intervención no del todo predecibles. Son sistemas complejos que, a su vez, incluyen subsistemas sociales, lo que los convierte en *sistemas socio-hidrológicos*, que a todas las anteriores características incluyen la reflexividad, es decir son *sistemas reflexivos*.

Entre las diferentes fases del ciclo urbano del agua se dan relaciones complejas, no lineales y retroalimentadas. Una complejidad que se ven intensificada por las interacciones adicionales entre los elementos del ciclo urbano del agua y otros sectores del sistema urbano envolvente. Alcanzar los objetivos que la perspectiva eco-integradora persigue exige tener en cuenta e interpretar adecuadamente estas relaciones al afrontar el reto de tomar decisiones.

Los procesos de toma de decisiones tradicionales se basaban normalmente en aportación de recursos para la satisfacción de expectativas de demandas crecientes y, en ocasiones, en la elaboración de una evaluación de los costes y beneficios directos. Eso no es poco, es difícil y merece mucho respeto. Pero, desde la perspectiva eco-integradora, estos procesos deben ir más allá: deben considerar toda la información y conocimiento que influye sobre el complejo sistema socio-hidrológico de que se trate, lo que requiere la gestión de una gran cantidad de datos e información.

Las dificultades que surgen en el proceso de afrontar esta tarea se derivan de los siguientes factores:

— Dado que las inversiones hidráulicas son costosas y de amortización a largo plazo, hay que valorar las condiciones del contexto con proyecciones de futuro dilatadas.

— Existe un complejo entramado de interrelaciones interiores y exteriores al ciclo urbano del agua que exige tener un buen conocimiento de las múltiples relaciones causa- efecto, bucles de retroalimentación y factores emergentes en presencia.

— Hay un conjunto amplio de actores involucrados cuyas potenciales decisiones y comportamientos han de tenerse en cuenta.

La toma de decisiones desde la perspectiva eco-integradora, tiene como objetivo abordar estos retos y reconocer en ellos un cierto, y creciente, grado de incertidumbre. Algunas de las decisiones tendrán consecuencias de gran alcance, tanto a corto como a largo plazo, por lo cual es fundamental que los responsables de la planificación tengan los conocimientos, datos y herramientas que les permitan tomar la decisión correcta. En este sentido, los sistemas de apoyo a la toma de decisiones (SAD) son buenas herramientas para gestionar grandes cantidades de datos y modelar el impacto de estrategias y escenarios plausibles. Es también necesario incorporar el uso de indicadores para valorar los resultados de la evaluación y poder mostrar al público los resultados técnicos en un lenguaje comprensible.

En relación a este tema, esta Guía incorpora fundamentalmente los planteamientos, conceptos y propuestas realizadas por el proyecto SWITCH (Kit de capacitación

SWITCH, *Módulo 6 Herramientas para la toma de decisiones*. Enlace, que el proyecto Aqua-Riba ha contextualizado y complementado desde la perspectiva de su aplicabilidad a Andalucía.

6.1. DEFINICIÓN DE LOS SISTEMAS DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES (SAD)

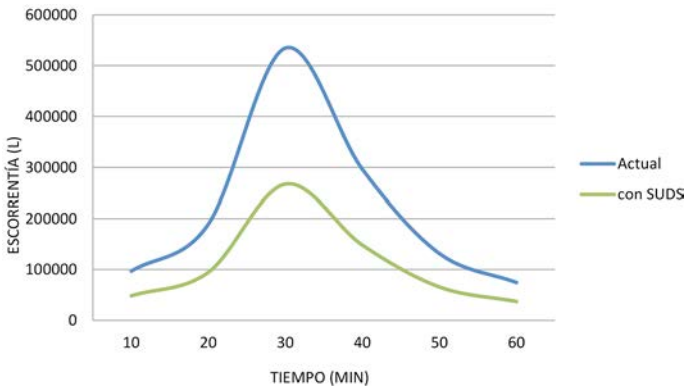
Los SADs se basan habitualmente en programas informáticos que pueden ser utilizados para recopilar, evaluar y presentar la información referente a un sistema donde las actividades humanas y procesos naturales interactúan, como es el caso del ciclo del agua urbana. Un SAD no toma decisiones, sino que administra y presenta la información para servir de soporte a aquellos que han de tomarlas, permitiéndoles aprender de acciones pasadas y explorar las posibles intervenciones. Los SADs pueden ser usados para los siguientes propósitos en la toma de decisiones, en el marco de un enfoque eco-integrado:

— Evaluación del impacto de las diferentes estrategias a través de la evaluación integral del sistema.
— Optimización de intervenciones bajo ciertos criterios.
— Análisis de las posibles respuestas del sistema bajo diferentes futuros escenarios.
— Proporcionar una facilidad de almacenamiento de la información y otras fuentes de conocimiento.

6.2. MODELADO CON SISTEMAS DE APOYO A LA DECISIÓN

Los SADs incluyen diferentes tipos de modelos, que utilizan los datos almacenados para replicar y evaluar el comportamiento de los sistemas reales, como es el caso del ciclo urbano del agua. Esta evaluación permite al usuario examinar cómo el sistema responde a las potenciales intervenciones y alternativas en diferentes escenarios. Debido a la gran cantidad de datos necesarios para explorar exhaustivamente, por ejemplo, cómo pueden influir los patrones de lluvias en la demanda de agua, el proceso, por lo general, sólo puede ser implementado con éxito utilizando programas informáticos. Estos programas permiten numerosas simulaciones de los procesos, que se realizan en base a diferentes combinaciones de datos de entrada relacionados con los posibles cambios en el sistema que el usuario desea analizar.

Fig. 6.1. Diagrama de la escorrentía de lluvia característica en diferentes escenarios.



A esto se añade que la combinación en modelos únicos de las realidades naturales y sociales—lo que constituye la esencia de los *modelos hidro-sociales* con los que opera el enfoque eco-integrador y participativo—, implica un mayor nivel de complejidad. Ello exige que estos ofrezcan soluciones específicas y no extrapolables, o no al completo al menos, a otras realidades. Implica también la exigencia de nuevos tipos de información socio-institucional a introducir, que además hay que combinar con la información de carácter físico (tanto natural como infraestructural, urbanística o arquitectónica). Este proceso implica, en el fondo, un nuevo marco social, político y técnico sobre los problemas del agua, con el fin de superar las características del enfoque de gestión convencional -descrito en el capítulo 2-, en el que los responsables controlan el debate para mantener la participación del público en un perfil bajo.

La disponibilidad de información es, sin duda, el factor que más restringe el éxito de una modelización de este tipo. En el caso de sistemas hidrosociales, la disponibilidad de buenos datos sobre los múltiples subsistemas que los constituyen impone dificultades para el desarrollo de modelos que intenten simular su comportamiento, especialmente si se requiere información precisa o de gran resolución espacial o temporal. En cualquier caso, hay que diferenciar entre la falta de información sobre el sistema en los momentos previos al diseño de los modelos, que impide la definición correcta de los mismos (conceptualización), y la falta de información que existe en cada uno de los procesos, una vez que estos se identifican y se acotan, es decir, una vez que el modelo ya ha sido conceptualizado.

Una dificultad adicional del modelado hidrosocial radica en que incorpora datos cualitativos relativos al subsistema socioeconómico, a los que otorga gran importancia. En relación con estos datos, hay que definir qué nivel de precisión se necesita, qué fuentes, qué nivel de accesibilidad y qué tratamiento. Suelen ser datos muy robustos, porque provienen del conocimiento experto, pero son poco precisos, y su incorporación a modelos cuantitativos presenta un reto adicional.

Basándose en la selección de las estrategias y los escenarios del usuario, el modelo se ejecuta para calcular los impactos sobre el sistema de diferentes combinaciones de los datos de entrada. La comparación de estos resultados facilita al usuario los medios necesarios para evaluar las ventajas y desventajas de las diferentes estrategias.

La principal ventaja de utilizar diferentes técnicas de modelado es la oportunidad de analizar al mismo tiempo la complejidad de un gran número de interacciones dentro del sistema, de acuerdo con los diferentes parámetros de entrada. Las combinaciones de opciones se pueden analizar también simultáneamente en lugar de analizar cada opción de manera aislada.

6.3. EJEMPLOS DE SISTEMAS DE APOYO A LA DECISIÓN.

Existe un buen número de SADs destinados al ciclo urbano del agua. Algunos de ellos se centran en la gestión del agua urbana en su conjunto, mientras que otros están diseñados para hacer frente a determinados elementos del ciclo urbano del agua.

En las fichas del anexo A.3.2. encontraremos información sistematizada sobre algunos de los SADs más interesantes y útiles. Podemos organizar los sistemas analizados, teniendo en cuenta los aspectos a los que se refieren, de la siguiente manera:

CICLO INTEGRAL DEL AGUA URBANA

- SAD-01/CWIS: City Water Information System (Sistema de información del agua en la ciudad).
- SAD-02/UWOT: Urban Water Optioneering Tool (Herramienta de estudio de opciones del agua urbana).
- SAD-03/AQUA CYCLE: Modelización del ciclo del agua.
- SAD-04/UD: Urban Developer (Desarrollo urbano).
- SAD-05/GISWATER: Agua y sistemas de información geográfica (SIG).

EVALUACIÓN MULTICRITERIAL

- SAD-06/COFAS: Evaluación multicriterio.
- SAD-07/SIGMA: Sistema de indicadores de gestión de agua.
- SAD-08/NAIADE: Novel Approach To Imprecise Assessment And Decision Environments (Nuevos enfoques para la evaluación imprecisa y entornos de decisión).

ABASTECIMIENTO URBANO

- SAD-09/EPANET: Hydraulic Network Analysis (Análisis de redes hidráulicas).

AGUAS PLUVIALES

- SAD-10/EPA SWMM: Stormwater Management Model (Modelo de gestión de agua de lluvia).
- SAD-11/HYDROPOLIS: Adaptative Decision Support System (Sistema adaptado a la ayuda a la decisión).
- SAD-12/SWMT: Storm Water Management Tool - UK (Herramienta de gestión agua de tormenta - Reino Unido.
- SAD-13/MUSIC v5.1: MUSIC v5.1. (Modelado de SUDS).

AGUAS RESIDUALES

- SAD-14/SENATWAT: Selection Tool For Natural Wastewater Treatment Systems (Herramienta de selección de sistemas naturalizados de aguas residuales).

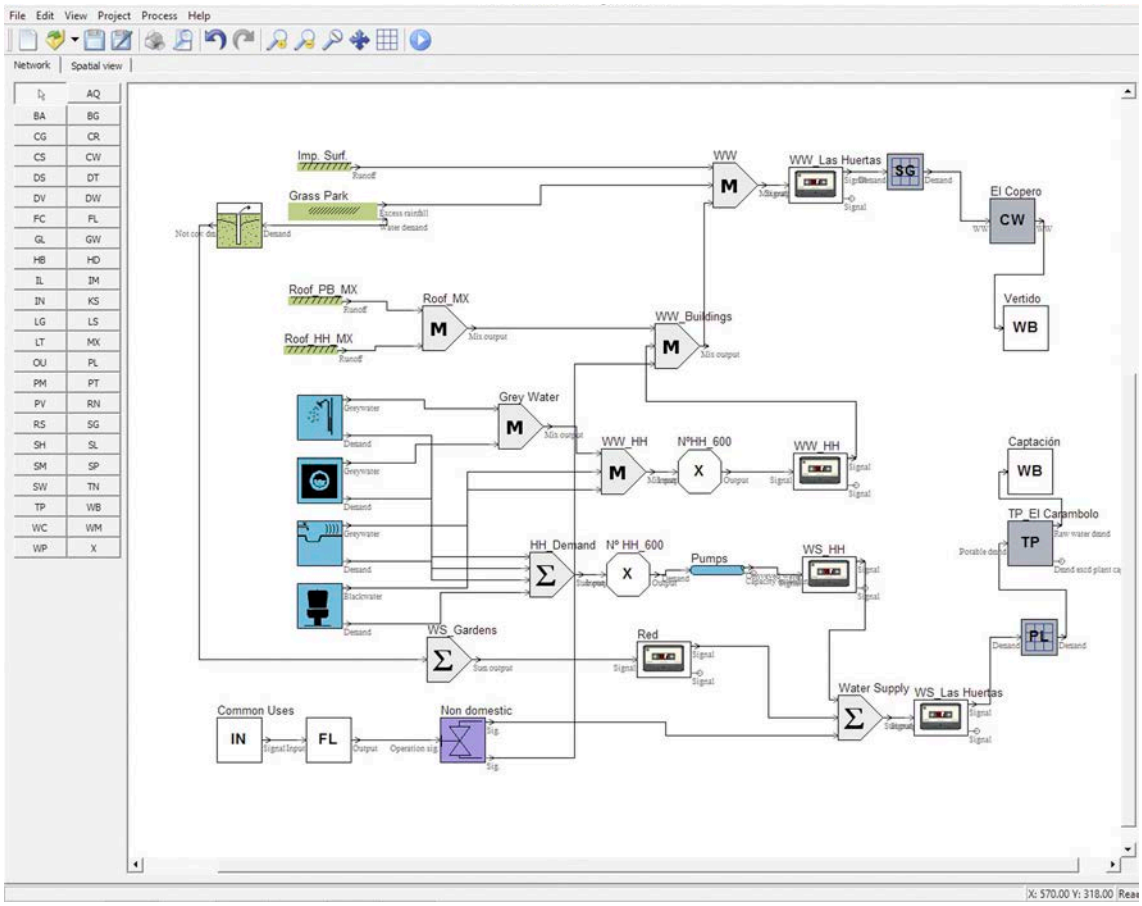
De entre este conjunto de herramientas, resultan de especial utilidad para la consecución de los objetivos de esta Guía —la integración de la gestión sostenible del agua urbana en procesos de rehabilitación de barriadas— dos de ellas:

— UWOT (*Urban Water Optioneering Tool* - Herramienta de estudio de opciones del agua urbana).

Esta herramienta está sometida a un proceso continuo de desarrollo, a través de proyectos como el SWITCH, por miembros del grupo de investigación ITIA (https://www.itia.ntua.gr/el/), perteneciente al Departamento de Ingeniería Ambiental y Recursos Hídricos de la Universidad Técnica Nacional de Atenas. Con ella se pueden realizar modelizaciones del conjunto del ciclo urbano del agua, incorporando todos los usos del agua y las tecnologías disponibles para su gestión. UWOT permite un análisis y evaluación de los efectos combinados de las diferentes alternativas de intervención en múltiples escalas, a través de una serie de indicadores (económicos, sociales y ambientales).

UWOT simula tanto flujos de agua convencionales (abastecimiento, pluviales y residuales), como aquellos que se corresponden con intervenciones integradas (aguas grises, escorrentía, captación de pluviales), caracterizando cada uno de ellos según su calidad y caudal, y produciendo su agregación desde la escala de la vivienda, la barriada y el sistema en su conjunto. Permite así mismo introducir datos ambientales (temperatura y pluviometría) y realizar simulaciones en base a diferentes periodos temporales.

Fig. 6.2. Esquema del ciclo urbano del agua en una barriada modelado con el programa UWOT.



Fuente: Elaboración propia.

Una vez construido el modelo, UWOT permite evaluar en base a una serie de indicadores (cantidad y calidad del agua, gasto energético, costes, etc.), diferentes combinaciones de tecnologías aplicables, así como la respuesta de éstas a diferentes escenarios futuros. UWOT también posibilita exportar sus resultados a programas de análisis matemático complejo que contribuyen a realizar la optimización de las alternativas en evaluación.

— NAIADE (*Novel Approach to Imprecise Assessment and Decision Environments* - Nuevos enfoques para la evaluación imprecisa y entornos de decisión), diseñado por el Centro Común de Investigación de Ispra (Italia) en 1995.

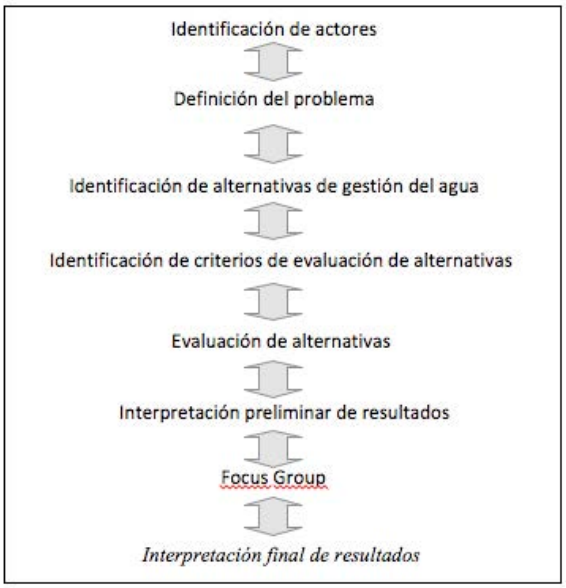
La evaluación multicriterio, de la que NAIADE es una herramienta avanzada, puede definirse como un conjunto de técnicas orientadas a asistir los procesos de toma de decisión a través del análisis de un número de alternativas a la luz de objetivos en conflicto y de múltiples criterios, normalmente económicos, sociales y ambientales. Con el calificativo de 'social' se pretende explicar que la intervención de los científicos en los procesos políticos implica una responsabilidad hacia el conjunto de la sociedad y no sólo ante quienes toman las decisiones. Se trata, por tanto, de una herramienta para la gestión de conflictos.

NAIADE permite manejar información de tipo mixta, es decir, cualitativa (variables lingüísticas), cuantitativa, precisa (números exactos) y difusa (números sin límites perfectamente definidos), lo que resulta de gran importancia si tenemos que manejar información sobre la que existe un alto grado de incertidumbre, es decir, información que no es precisa, segura, exhaustiva e inequívoca.

El objetivo de NAIADE -en la línea de lo dicho sobre los SADs en general- no es elaborar un ranking de alternativas indiscutible u 'óptimo', sino racionalizar el problema y ofrecer un marco de comunicación horizontal y vertical entre agentes sociales implicados. Esta orientación participativa y deliberativa, que se aplica desde la propia definición del problema, la identificación de las alternativas al mismo y la propuesta de los criterios para compararlas entre sí, es lo que puede hacer de este modelo de evaluación una herramienta útil en experiencias de mediación en conflictos.

Para responder a los objetivos planteados por la evaluación integrada, la aplicación del modelo NAIADE se combina con métodos de análisis institucional e investigación social.

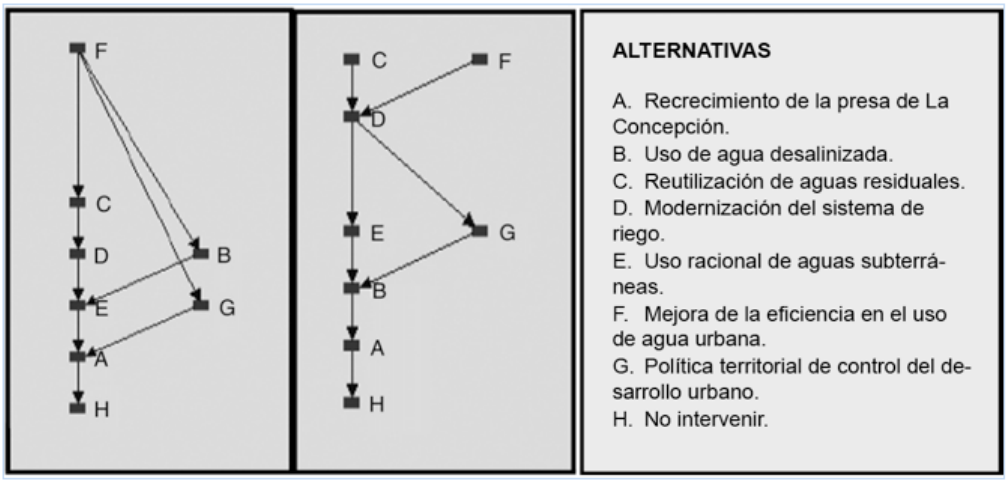
Figura 6. 3. Esquema metodológico del proceso de evaluación.



Fuente: Paneque et al. 2009

Sirviéndonos de este marco metodológico (figura 6.3) definiremos el problema a evaluar, delimitaremos el ámbito de estudio e identificaremos los actores e intereses que intervienen, así como las alternativas y criterios que dichos actores proponen para avanzar en el debate. NAIADE permite realizar dos tipos de evaluaciones que se enriquecen mutuamente. Por una parte, la valoración asignada a cada criterio para cada alternativa da lugar a una matriz que corresponde al análisis multicriterio (figura 6.4), y, por otra, la valoración cualitativa de cada alternativa por parte de los actores implicados en el proceso de evaluación dará lugar a otra matriz y a la formación de posibles coaliciones o agrupaciones de actores que defienden determinadas actuaciones.

Fig. 6.4 Matriz de análisis multicriterio.



Fuente: Paneque et al. 2009

Una vez realizada la evaluación de alternativas, los resultados del análisis se presentan ante todos los actores implicados en las fases anteriores de investigación, siguiendo la metodología de los *Focus Group*, en el que los analistas facilitan el proceso y actúan como observadores, con el objetivo de devolver, compartir y precisar la información obtenida, así como avanzar en la discusión de los resultados logrados hasta el momento.

Esta propuesta metodológica responde fielmente a la necesidad de abrir el debate social sobre las alternativas de intervención en el ciclo urbano del agua, teniendo en cuenta todos los valores e intereses existentes y poder, sobre esa base, adoptar soluciones que superen inercias y planteamientos coyunturales, de corto plazo, a la vez que se evitan o se racionalizan algunos conflictos y resistencias sociales.

FUENTES DE INFORMACIÓN

Grupos y proyectos de investigación:

- ITIA- Departamento de Ingeniería Ambiental y Recursos Hídricos de la Universidad Técnica Nacional de Atenas. Enlace.
- ITA-Instituto Tecnológico del Agua. Universidad Politécnica de Valencia. Enlace.

Bibliografía específica:

Paneque Salgado, P., S. Corral Quintana, Â. Guimarães Pereira, L. del Moral Ituarte, y B. Pedregal Mateos. 2009. *Participative multi-criteria analysis for the evaluation of water governance alternatives. A case in the Costa del Sol (Málaga)*. Ecological Economics 68 (4): 990-1005. doi:10.1016/j.ecolecon.2006.11.008. Enlace.

Rozos, E. y Makropoulos, C. 2012. *Assessing the combined benefits of water recycling technologies by modelling the total urban water cycle*. Urban Water Journal 9: 1-10. doi:10.1080/1573062X.2011.630096. Enlace.

Rozos, E., y C. Makropoulos. 2013. *Source to tap urban water cycle modelling*. Environmental Modelling & Software 41: 139-50. Enlace.

Makropoulos, C. 2014. *Thinking Platforms for Smarter Urban Water Systems: Fusing Technical and Socio-Economic Models and Tools*. Geological Society, London, Special Publications 408 (julio): SP408.4. doi:10.1144/SP408.4. Enlace.

Webs:

- Switch Project. Recursos: Software. Enlace.
- Giswater. Enlace.
- E-Water. Enlace.
- Watershare. Enlace.
- Hydrópolis. Enlace.
- EPA (Environmental Protection Agency). Enlace.

Anexo A.3.2. Sistemas de apoyo a la decisión (SAD).

GLOSARIO

Aglomeración urbana
Zona geográfica formada por uno o varios municipios, o por parte de uno o varios de ellos, que por su población o actividad económica constituya un foco de generación de aguas residuales que justifique su recogida y conducción a una instalación de tratamiento o a un punto de vertido final (RDL 11/95, de 28 de diciembre).

Agentes patógenos
Organismos presentes en mayor o menor cantidad en las aguas residuales y que pueden producir o transmitir enfermedades (virus, bacterias, protozoos, hongos, etc.).

Aguas blancas
Son aguas de muy buena calidad y mínimas necesidades de tratamiento y que se pueden aprovechar en una gran cantidad de usos que no necesiten agua potable. Se consideran como tales las aguas pluviales (procedentes de la lluvia y la nieve), tanto superficiales como subálveas, las subterráneas o incluso las procedentes de otros usos como piscinas.

Aguas grises
Aguas grises son aquellas que provienen de los desagües de los aparatos sanitarios con baja carga contaminante, tales como bañeras, duchas, lavabos, bidés o lavadoras, no siendo aptas sanitariamente para el consumo humano, pero cuyas características organolépticas y de limpieza de sólidos en suspensión permiten su distribución por conducciones y mecanismos de pequeño calibre para usos auxiliares, tras su tratamiento, como riego, evacuación de inodoros, limpieza de vehículos.

Aguas negras
Aguas residuales domésticas que contienen los residuos resultantes del metabolismo humano y las actividades domésticas (D. 91/271/CEE)

Aguas pluviales
Aguas de lluvia o de tormenta que arrastran partículas y contaminantes presentes tanto en la atmósfera como en los viales. En sistemas de alcantarillado unitarios, son recogidas por los mismos colectores empleados para la recogida y conducción de las aguas residuales domésticas e industriales.

Aguas regeneradas
Aguas residuales depuradas que, en su caso, han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan (RD 1620/2007, 7 de diciembre).

Aguas residuales
Aguas residuales domésticas o la mezcla de éstas con aguas residuales industriales o con aguas de escorrentía pluvial (RDL 11/95, de 28 de diciembre).

Aguas residuales domésticas
Las aguas residuales procedentes de zonas de vivienda y de servicios, generadas principalmente por el metabolismo humano y las actividades domésticas (RDL 11/95, de 28

de diciembre). Incluyen las aguas de cocina, las aguas de lavadoras, las aguas de baño y las aguas negras procedentes del metabolismo humano.

Aguas residuales industriales
Todas las aguas residuales vertidas desde locales utilizados para cualquier actividad comercial o industrial, que no sean aguas residuales domésticas ni aguas de escorrentía pluvial (RDL 11/95, de 28 de diciembre). Proceden de actividades industriales que descargan sus vertidos a la red de alcantarillado municipal y presentan una composición muy variable dependiendo del tipo de industria.

Autodepuración
Es un proceso biológico normal que se da en los medios acuáticos y en el que intervienen un número elevado de microorganismos de distintos tipos, los cuales utilizan las sustancias orgánicas aportadas durante una polución. Después de su transformación, estas últimas serán eliminadas a la atmósfera o utilizada por los vegetales. Este proceso se divide en varias fases, conocidas como sistema de los saprobios, forma de clasificar a los organismos acuáticos según el contenido en nutrientes y oxígeno de las aguas dónde se desarrollen.

Calentamiento global / Cambio climático
Cambios en el clima de la Tierra o patrones meteorológicos a largo plazo que varían según el lugar. La causa son los gases efecto invernadero emitidos masivamente en el último siglo. A menudo se utiliza el término “cambio climático” en lugar de calentamiento global debido a que la temperatura media de la Tierra aumenta, los vientos y las corrientes oceánicas mueven el calor alrededor del globo de modo que pueden enfriar algunas zonas, calentar otras y cambiar la cantidad de lluvia y de nieve que precipita. Como resultado, el clima cambia de manera diferente en diferentes áreas.

Caudal
Cantidad de un líquido o un gas que fluye en un determinado lugar por unidad de tiempo. Habitualmente se mide en m3/s.

Caudal punta
Es el máximo caudal registrado durante el paso de una avenida. Para el dimensionamiento de los elementos de gestión de la escorrentía urbana, partimos del cálculo del caudal punta para el episodio definido como precipitación de proyecto. Existen diferentes métodos que, a falta de datos de aforo, simulan el proceso de transformación de la precipitación en escorrentía, siendo el más común el Método Racional.

Coeficiente de escorrentía
El coeficiente de escorrentía se define, esencialmente, como la relación entre el volumen de lluvia neta (o de escorrentía) y el de la lluvia total, varía, en función de la superficie de escorrentía, entre 0 y 1. Los valores característicos de este coeficiente dependen de la naturaleza de los materiales de cada superficie. El coeficiente de escorrentía global de un área compuesta por superficies de distinta naturaleza, se calculará como la media ponderada de los coeficientes de cada superficie.

Coeficiente de permeabilidad (K)
Se define como la capacidad de infiltración máxima de un determinado tipo de suelo. Este coeficiente tiene un valor muy elevado para gravas y arenas y muy bajo para finos como los limos y las arcillas.

Contaminantes emergentes o prioritarios
Sustancias que aparecen principalmente añadidas a productos de cuidado personal, de limpieza doméstica, farmacéuticos (residuos de antibióticos, hormonas, etc.), la mayoría de ellos no son eliminados en las plantas convencionales de tratamiento de aguas residuales urbanas.

Cuencas urbanas
Definidas como las superficies urbanas cuyas aguas convergen hacia un mismo punto de salida. En función de la escala a la que nos refiramos, la estaremos hablando de la superficie total de un área urbana cuya red de drenaje confluye en un punto de la red general (sub-cuenca urbana), o al conjunto de superficies urbanas que desaguan a un mismo punto (microcuenca). La definición del perímetro de cada una de éstas áreas viene dada por la topografía de las superficies y la configuración de la red de saneamiento (sea esta mixta o separativa).

Curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF)
Para un determinado nivel de probabilidad o periodo de retorno, las curvas IDF relacionan la intensidad media máxima anual de la precipitación para una determinada duración con esa misma duración. Se generan a partir de los datos de precipitación de una estación en concreto. Los datos de intensidad característica en España están publicados por Secretaría General de Carreteras (Ministerio de Fomento, 1999)

Demanda Bioquímica de Oxígeno a los 5 días (DBO5)
Cantidad de oxígeno disuelto (mg O2/l) necesario para oxidar biológicamente la materia orgánica de las aguas residuales. En el transcurso de los cinco días de duración del ensayo se consume aproximadamente el 70 % de las sustancias biodegradables.

Demanda Química de Oxígeno (DQO)
Cantidad de oxígeno (mg O2/l) necesaria para oxidar los componentes del agua recurriendo a reacciones químicas.

Dispositivos de bajo consumo para grifos y rociadores
Son dispositivos o mecanismos que se colocan en grifos de fregaderos, lavabos, bidés, bañeras y en rociadores de ducha ya existentes. Son, por lo tanto, elementos “adicionales” a la grifería.

Efecto invernadero
Fenómeno por el que determinados gases componentes de una atmosfera planetaria retienen parte de la energía que el suelo emite al haber sido calentado por la radiación solar. Afecta a todos los cuerpos planetarios dotados de atmósfera. De acuerdo con el actual consenso científico, el efecto invernadero se está acentuando en la Tierra por el incremento en la emisión de ciertos gases, como el dióxido

de carbono y el metano, debido a la actividad económica humana. Este fenómeno evita que la energía del sol recibida constantemente por la tierra vuelva inmediatamente al espacio produciendo a escala planetaria un efecto similar al observado en un invernadero.

Electrodomésticos de bajo consumo hídrico
Determinados electrodomésticos, como lavadoras, lavaplatos/lavavajillas o algunos aparatos usados en el acondicionamiento térmico de los espacios, que incorporan diferentes sistemas que, además de un importante ahorro de energía, consiguen ahorro de agua.

Escorrentía
Se denomina escorrentía superficial al agua que circula en algún momento por la superficie de las cuencas hidrográficas. Este fenómeno es el resultado del balance de una serie de procesos físicos que lo determinan (principalmente la precipitación y la infiltración) y que adquieren distinta relevancia fundamentalmente en función del tamaño de la cuenca y de sus características geomorfológicas.

Estación regeneradora de aguas
Conjunto de instalaciones donde las aguas residuales depuradas se someten a procesos de tratamiento adicional que puedan ser necesarios para adecuar su calidad al uso previsto (RD 1620/2007, 7 de diciembre).

Fangos
Los lodos residuales, tratados o no, procedentes de las instalaciones de tratamiento de aguas residuales urbanas. (RDL 11/95, de 28 de diciembre).

Galerías de servicios
Son infraestructuras enterradas donde se alojan las instalaciones urbanas que permiten su visibilidad, acceso, control y tratamiento de conjunto en cualquier momento sin necesidad de realizar excavaciones.

GEI
Gases efecto invernadero, incluye:
- Vapor de agua: el más abundante. Actúa en retroalimentación con el clima, a mayor temperatura de la atmósfera, más vapor, más nubes y más precipitaciones.
- Dióxido de carbono (CO2): componente menor, pero muy importante de la atmósfera. Se libera en procesos naturales como la respiración y en erupciones volcánicas y a través de actividades humanas como la deforestación, cambio en el uso de suelos y la quema de combustibles fósiles. Desde el inicio de la Revolución Industrial la concentración de CO2 ha aumentado en un 43% (para el 2013).
- Metano: gas hidrocarburo de origen natural y resultado de actividades humanas. Gas más activo que el CO2, aunque menos abundante.
- Óxido nitroso: gas invernadero muy poderoso que se produce principalmente a través del uso de fertilizantes comerciales y orgánicos, la quema de combustibles fósiles, la producción de ácido nítrico y la quema de biomasa.
- Clorofluorocarbones (CFC): compuestos sintéticos de origen industrial que fueron

utilizados en varias aplicaciones, ahora ampliamente regulados en su producción y liberación a la atmósfera para evitar la destrucción de la capa de ozono.

Griferías hidroeficientes
Griferías concebidas de manera especial para una reducción en el consumo de agua. Los diferentes tipos buscan la mínima pérdida de agua en distintos momentos del servicio, ya sea en los primeros minutos de uso -en los que se adaptan las condiciones del agua a los requerimientos personales-, durante el servicio o una vez terminado éste.

Habitante equivalente
Carga orgánica biodegradable con una demanda bioquímica de oxígeno de cinco días (DBO5), de 60 gramos de oxígeno por día (RDL 11/95, de 28 de diciembre).

Hidrograma
Se denomina hidrograma a la representación gráfica de la evolución de los caudales registrados en una sección de un curso de agua a lo largo del tiempo. El punto máximo o caudal punta, es aquel en el cual se puede decir que toda la cuenca está contribuyendo al caudal reflejado por el hidrograma.

Hietograma de diseño
El hietograma representa la distribución de la intensidad de la lluvia a lo largo de la duración de un evento determinado, caracterizado por la curva IDF del periodo de retorno (T) seleccionado. Para su definición existen diferentes métodos, siendo uno de los más sencillo es el método de bloques alternos de Chow (Chow et al. 1994).

Individualización de contadores
Sustitución de los contadores generales colectivos de los edificios por sistemas de contabilización individual para un mayor control de los consumos. Se suelen colocar en batería centralizada, a partir de la cual de cada contador de usuario parte un montante individual que lleva el agua hasta la vivienda correspondiente.

Inodoros y urinarios hidroeficientes
Inodoros y urinarios concebidos de manera especial para una reducción en el consumo de agua. Existen algunos sistemas adaptables a aparatos ya instalados.

Lluvia neta
Se denomina lluvia neta, o precipitación efectiva, a la parte de la lluvia que genera la escorrentía superficial. En volumen, la escorrentía superficial y la lluvia neta son la diferencia entre la precipitación y la suma de abstracciones iniciales, evapotranspiración e infiltración.

Precipitación de proyecto
El concepto de precipitación o lluvia de proyecto incluye dos aspectos: una altura global de precipitación (en mm) y un patrón de lluvia que indique cómo se distribuye la precipitación a lo largo de la duración del evento. Para definir la altura y la duración de la precipitación de proyecto, se suele recurrir como información de base a las curvas Intensidad-Duración-Frecuencia (IDF). Para definir totalmente una lluvia de proyec-

to, es necesaria la obtención del hietograma del aguacero (o hietograma de diseño), es decir, la distribución de la intensidad de la lluvia durante ese evento característico.

Periodo de retorno
Probabilidad de que un evento ocurra durante la vida útil de una infraestructura, definida a través de un periodo caracterizado por un tiempo T en años. Si una precipitación tiene un periodo de retorno de T años, ello representa que la probabilidad, o riesgo hidrológico, de que en un año cualquiera (dentro de ese periodo) se presenten una o más precipitaciones iguales o superiores es de 1/T y, por tanto, la probabilidad de que no la superen será 1-1/T. En redes urbanas de drenaje de aguas pluviales, se emplean niveles de protección entre 2 y 25 años de periodo de retorno, aunque el valor de 10 años es el más habitual. Para la selección del periodo de retorno más adecuado habrá de tenerse en consideración la variabilidad del clima, los requerimientos de seguridad de la infraestructura y los objetivos que debe cumplir.

Pluviogramas
La precipitación en un punto se mide en unidades de volumen por unidad de superficie. Normalmente se emplea como unidad de medida los litros por metro cuadrado (l/m2), o lo que es lo mismo, milímetros de altura. Si se representa en un gráfico la altura de agua acumulada en función del tiempo, se obtiene una curva representativa de la tormenta que se conoce con el nombre de pluviograma.

Redes separativas
Constan de dos redes de colectores independientes, una para las aguas residuales y otra para las pluviales Existen redes de saneamiento pseudoseparativas que consisten en la evacuación conjunta del agua residual y pluvial procedente de las edificaciones por una parte, y por otra, la evacuación del agua de lluvia recogida en la vía pública.

Redes unitarias
Son aquellas en que las aguas residuales y las de origen pluvial circulan por una misma red de colectores.

Reutilización de aguas
Aplicación, antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre, para un nuevo uso privativo de las aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida en función de los usos a que se van a destinar (RD 1620/2007, 7 de diciembre).

Revegetación
Actividad humana directa realizada con el objetivo de aumentar el carbono almacenado en determinados lugares mediante el establecimiento de vegetación en una superficie mínima de 0.05 ha y que no se ajusta a las definiciones de forestación y reforestación (por ejemplo, márgenes de autopistas, parques,...).

Sistema colector / Redes de saneamiento
Todo sistema de conductos que recoja y conduzca las aguas residuales urbanas, des-

de las redes de alcantarillado de titularidad municipal, a las estaciones de tratamiento (RDL 11/95, de 28 de diciembre).

Sistema de reutilización de las aguas
Conjunto de instalaciones que incluye la estación regeneradora de aguas, en su caso, y las infraestructuras de almacenamiento y distribución de las aguas regeneradas hasta el punto de entrega a los usuarios, con la dotación y calidad definidas según los usos previstos.

Sólidos en Suspensión
Sólidos que no pasan a través de una membrana filtrante de un tamaño determinado (0,45 micras). Dentro de los sólidos en suspensión se encuentran los sólidos sedimentables, que decantan por su propio peso y los no sedimentables.

Sumidero de Carbono
Se conoce como sumidero todo sistema o proceso por el que se extrae de la atmósfera un gas o gases y se almacena. Las formaciones vegetales actúan como sumideros por su función vital principal, la fotosíntesis (proceso por el que los vegetales captan CO2 de la atmósfera o disuelto en agua y con la ayuda de la luz solar lo utilizan en la elaboración de moléculas sencillas de azúcares). Mediante esta función, los vegetales absorben CO2 que compensa las pérdidas de este gas que sufren por la respiración y lo que se emite en otros procesos naturales como la descomposición de materia orgánica.

Tiempo de concentración (tc)
Es el tiempo transcurrido desde el final de la lluvia neta hasta el final del hidrograma superficial generado por ella. Es igual al mayor tiempo de viaje de una partícula de agua en la cuenca, excluyendo la escorrentía subterránea. El tiempo de concentración, tc, se puede descomponer en dos sumandos: tiempo de escorrentía, tE, y tiempo de recorrido, tR. En una cuenca urbana, el tiempo de escorrentía es el que tarda la lluvia más alejada en llegar al cauce o red de alcantarillado. Se entiende por tiempo de recorrido al tiempo que tarda el agua que discurre por un cauce, o por la red de alcantarillado, en alcanzar el punto de concentración.

Tratamiento adecuado
El tratamiento de las aguas residuales urbanas mediante cualquier proceso o sistema de eliminación, en virtud del cual las aguas receptoras cumplan después del vertido, los objetivos de calidad previstos en el ordenamiento jurídico aplicable (RDL 11/95, de 28 de diciembre).

Tratamiento primario
El tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso físico o físico-químico que incluya la sedimentación de sólidos en suspensión u otros procesos, en los que la DBO5 de las aguas residuales que entren, se reduzca, por lo menos, en un 20 por 100 antes del vertido, y el total de sólidos en suspensión en las aguas residuales de entrada se reduzca, por lo menos, en un 50 por 100 (RDL 11/95, de 28 de diciembre).

Tratamiento secundario
El tratamiento de aguas residuales urbanas mediante un proceso que incluya un tratamiento biológico con sedimentación secundaria u otro proceso, en el que se respeten los requisitos que se establecerán reglamentariamente. (RDL 11/95, de 28 de diciembre)

Volumen de calidad del agua (WQv)
Cantidad de agua de lluvia, escorrentía de una determinada tormenta, que debe ser retenido para eliminar la mayor parte de los contaminantes. Este volumen se define a partir de series anuales de precipitación y pretende tratar un porcentaje correspondiente al 90% del volumen de escorrentía generado anualmente. En la literatura estadounidense, los valores típicos para el volumen de calidad oscilan entre 12 y 25 mm de almacenamiento por hectárea neta de cuenca.

Zonas sensibles
Medios acuáticos que requieren un mayor control de la contaminación y por tanto de los vertidos realizados a ellas: lagos de agua dulce naturales, otros medios de agua dulce, estuarios y aguas costeras eutróficos o amenazados de serlo, aguas superficiales destinadas a la obtención de agua potable, que podrían contener una concentración de nitratos superior a la que establecen las disposiciones pertinentes (Directiva 75/440/CEE). De acuerdo con la normativa relativa al tratamiento de las aguas residuales urbanas, estos medios deben ser declarados zonas sensibles y cumplir requisitos adicionales (Directiva 91/271/CEE).

A
ANEXOS



A.1. CARACTERIZACIÓN TERRITORIAL DE ANDALUCÍA PARA LA GESTIÓN DEL CICLO HIDROLÓGICO. FUENTES DE INFORMACIÓN

A.1.1. CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS (ECO-REGIONES).
A.1.2. EL RELIEVE DE ANDALUCÍA.
A.1.3. EL CLIMA Y LA VEGETACIÓN DE ANDALUCÍA: LA MEDITERRANEIDAD.
A.1.4. RECURSOS HÍDRICOS ANDALUCES.
A.1.5. GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA URBANA EN ANDALUCÍA

Volver al índice

ÍNDICE

1. Características ecológicas (eco-regiones)

2. El relieve de Andalucía
- Geología y Litología
- Evaluación preliminar del riesgo de inundaciones en Andalucía

3. El clima y la vegetación de Andalucía: La mediterraneidad
- Regionalización climática
- Vegetación

4. Recursos hídricos andaluces.

4.1 Introducción
- Los recursos hídricos
- Escorrentía, endorreísmo y aguas subterráneas

4.2. Características hidrográficas generales andaluzas
- El Guadalquivir y sus afluentes.
- Los ríos y ramblas mediterráneos
- El Guadiana y otros ríos autóctonos

4.3. Planificación de los recursos hídricos.
- Planes de cuenca
- Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA) 2006
- Planes de sequía
- Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces
- Planes para Delimitación de Zonas Inundables
- Acuerdo Andaluz por el Agua

4.4. Estado ecológico de las aguas
- Demandas, usos y calidad
- Calidad del agua
- Caudales y regímenes
- Equipamientos y gestión

5. Gestión Integral del Agua Urbana en Andalucía.

5.1. Competencias sobre la gestión del agua urbana. Calidad del agua

5.2. Abastecimiento urbano de agua en Andalucía

- Requerimientos de calidad y garantía
- Consumos, dotaciones y eficiencias
- Políticas de uso eficiente del agua en Andalucía

5.3. Saneamiento Urbano en Andalucía

- Plan Nacional de Calidad de las Aguas
- Situación de la depuración en Andalucía
- Actuaciones previstas en Andalucía
- Estrategia de Reutilización de las Aguas Residuales en Andalucía
- Plan Andaluz de I+D+i de Depuración para Pequeñas Poblaciones

5.4. Otras consideraciones sobre la Gestión del Agua Urbana en Andalucía

- Modelos de gestión
- Costes, precios, estructura tarifaria, responsabilidad y equidad.

Bibliografía

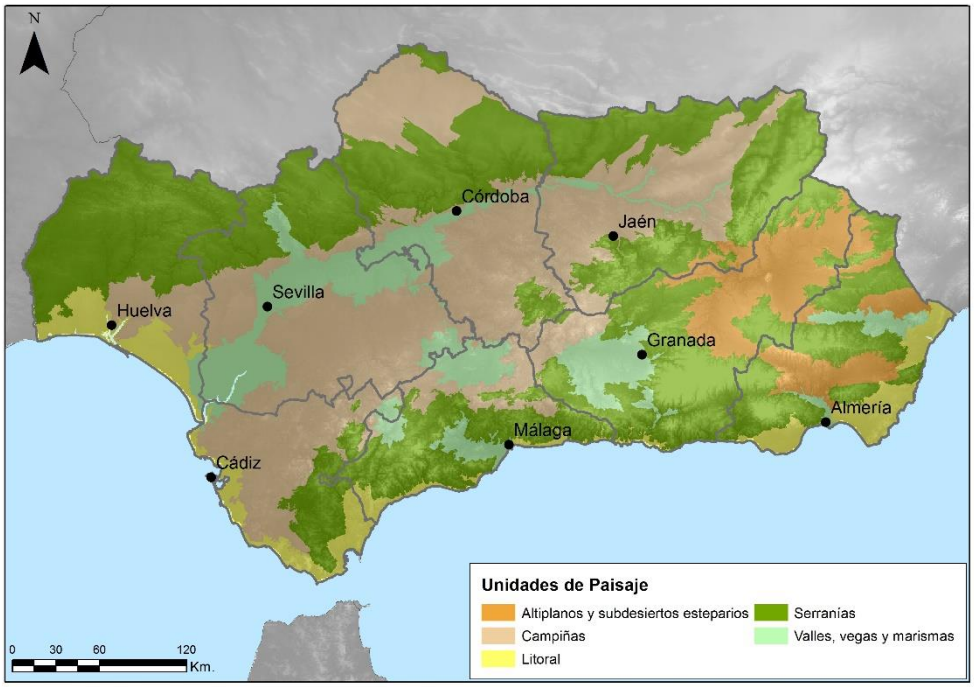
Anejos: Mapas Territoriales.

1. Características ecológicas (eco-regiones)

Andalucía, con una superficie de 87.597 km², equivale al 17,3% del territorio español, por lo que es comparable con muchos países europeos, tanto por su superficie como por su complejidad interna. La división del paisaje andaluz en grandes categorías permite tener un marco de referencia sintético. Se identifican las siguientes (ver *mapa nº1*):

- Serranías
- Campiñas
- Altiplanos y subdesiertos esteparios
- Valles, vegas y marismas
- Litoral
- Ciudades y áreas muy alteradas

Mapa nº 1 Unidades de Paisaje de Andalucía



Elaboración propia. Fuente: Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias (DERA100)

CARACTERÍSTICAS ECOLÓGICAS: RECURSOS

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

- **Mapa del Paisaje de Andalucía. Enlace**

2. El relieve de Andalucía

El relieve de Andalucía está constituido por una amplia gama de formas que se traduce en una llamativa diversidad de paisajes geomorfológicos. Con situación externa al bloque meseteño peninsular, su macroorganización en grandes franjas casi paralelas en sentido E-W y una señalada tectónica de fracturas entrecruzadas por encajamientos de redes fluviales secundarias perpendiculares a la dirección anteriormente señalada realzan la apreciación de su unidad.

GEOLOGÍA Y LITOLOGÍA

La importancia de una caracterización geológica y litológica de la zona de estudio reside en la aportación de datos sobre la estructura y características del suelo, entre ellas de manera destacada la permeabilidad, su comportamiento geotécnico y los recursos hidrogeológicos existentes, datos que resultan fundamentales para la comprensión del ciclo hidrológico en una ciudad.

En el relieve andaluz diferenciamos tres grandes unidades morfoestructurales que se corresponden con tres dominios geológicos diferentes (ver *tabla nº1*): Sierra Morena, a sus pies la Depresión del Guadalquivir, y entre esta ondulada llanura y el Mediterráneo, los abruptos e intrincados Sistemas Béticos (ver *mapa nº 2*). La principal característica en común de estas tres grandes unidades es la elevación de su altitud de oeste a este.

Tabla nº1 Unidades Morfoestructurales y geológicas de Andalucía

UNIDADES MORFOESTRUCTURALES	UNIDADES GEOLÓGICAS
Sierra Morena	→ **Macizo Ibérico**
Cordillera Bética	→ **Cordillera Bética**
Depresión del Guadalquivir y cuencas interiores	→ **Depresiones Neógenas**

Fuente: Consejería de Medio Ambiente, "*Contextualización geológica de Andalucía: una aproximación a la geodiversidad andaluza*".

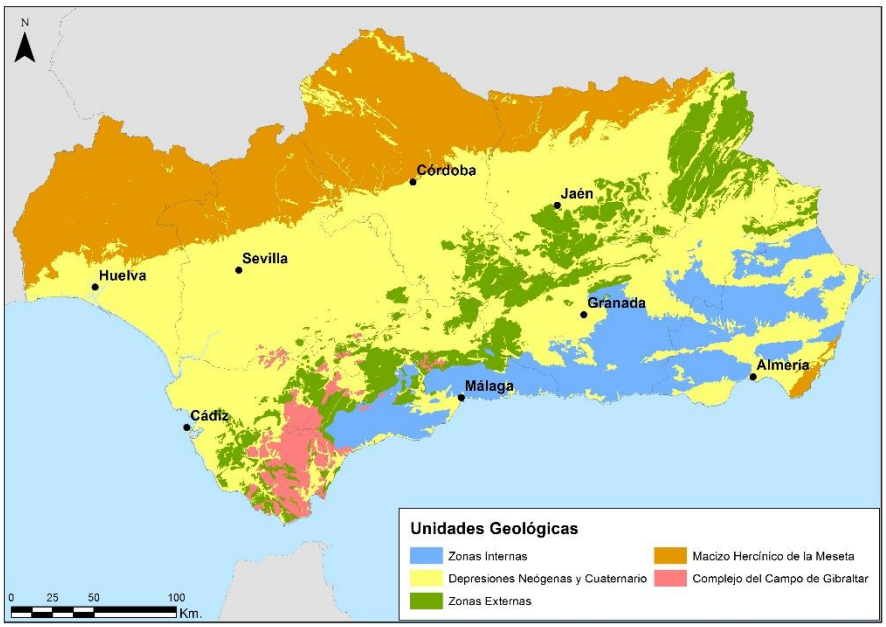
- **Sierra Morena** de origen paleozoico es la unidad morfológica y geológica más septentrional, actuando como frontera con la Meseta castellana (ver *mapa nº 2).* En el territorio andaluz, el Macizo Ibérico forma las alineaciones montañosas de Sierra Morena, con una orientación dominante NW-SE, pudiendo discriminarse, dentro de la región andaluza, tres subzonas: la *zona Subportuguesa, la de Ossa-Morena y la Centro-Ibérica.* Litológicamente, está constituida por rocas graníticas y volcánicas antiguas, así como metamórficas (pizarras y cuarcitas, y en menor medida calizas). Son mayoritarios los materiales impermeables, que imponen el desarrollo de sistemas de drenaje de elevada densidad, articulados a través de barrancos y valles de cabecera (ver *mapa nº 3*). El paisaje propio de Sierra Morena son las dehesas ganaderas extensivas, las cuales, se alternan con pastizales, zonas forestales de repoblación y olivares serranos.

- Los **Sistemas Béticos** son cronológicamente la segunda gran unidad geológica y geomorfológica de Andalucía, lo conforman un conjunto de sierras muy jóvenes, emergidas en la Orogenia Alpina y, más concretamente durante el Mioceno. Se diferencian dos grandes zonas con notables diferencias geomorfológicas (ver *mapa nº 2*):
  - Las *Zonas Externas*, de mayor plasticidad y erosionabilidad en sus materiales (calizas, margas y arcillas), dan como resultado un relieve algo más suave y fragmentado. Se diferencian distintas unidades, más o menos coincidentes con diferentes dominios paleogeográficos: la Cobertera Tabular, el Prebético, las Unidades Intermedias y el Subbético.
  - Las *Zonas Internas*, que aíslan la franja litoral mediterránea del resto de la región. En esta unidad predominan las calizas y rocas metamórficas como los esquistos y filitas (roca esta última que representa una gradación en el grado de metamorfismo entre la pizarra y el esquisto). Se distinguen tres conjuntos de mantos de corrimiento apilados, Nevado-Filábride, Alpujárride y Maláguide.

En la litología de los Sistemas Béticos predominan materiales permeables que facilitan la filtración en profundidad de las aguas y convierten a esta unidad en el principal almacén de aguas subterráneas de Andalucía (ver *mapa nº 3*).

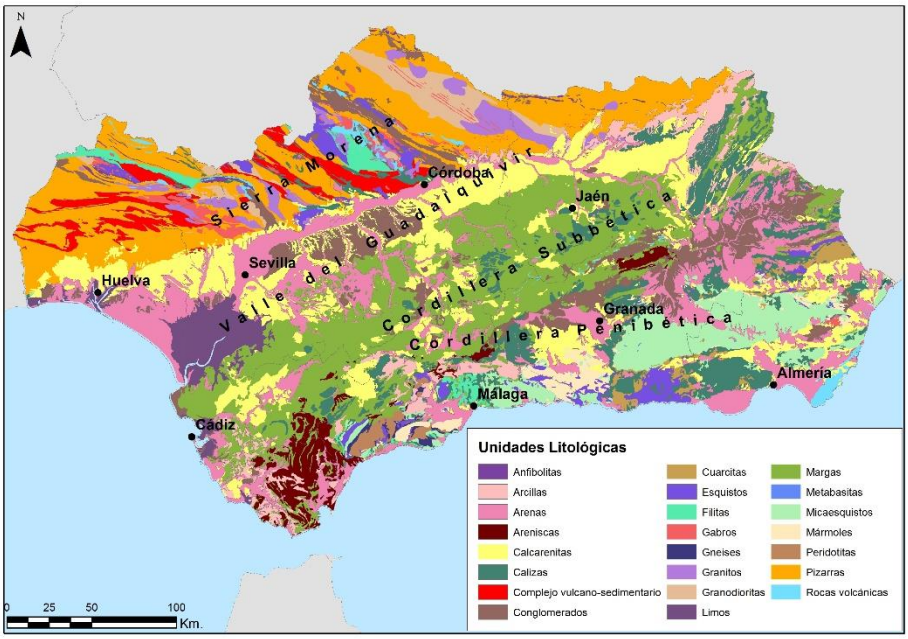
- La **Depresión del Guadalquivir**, dispuesta como un triángulo abierto al Atlántico es la tercera gran unidad morfológica que se extiende entre las dos unidades anteriores. La litología de rocas sedimentarias, y la topografía de relieve suave, se corresponden a las de un área de depósito que fue colmatándose, desde finales de la Era Terciaria (ver *mapa nº 2*), con los materiales aportados por los agentes erosivos que desgastan los dos conjuntos orográficos que la delimitan y por procesos tectónicos que provocaron deslizamientos de origen gravitatorio de materiales de los relieves béticos más próximos (ver *mapa nº 3*). La colmatación de la Depresión culminó en las amplias marismas de la desembocadura del Guadalquivir.

Mapa nº 2 Unidades Geológicas de Andalucía



Elaboración propia. Fuente: Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias (DERA100)

Mapa nº 3 Estructura Litológica de Andalucía



Elaboración propia. Fuente: Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias (DERA100)

EVALUACIÓN PRELIMINAR DEL RIESGO DE INUNDACIONES EN ANDALUCÍA

La generación de avenidas y su nivel de riesgo en el territorio está altamente influenciada por el suelo subyacente, ya que dependiendo de las características geomorfológicas y litológicas puede favorecerse sensiblemente en menor o mayor medidas que tengan lugar inundaciones. En el documento de *Evaluación preliminar del riesgo de inundaciones en Andalucía* (Consejería de Medio Ambiente, 2012) puede encontrar una relación directa del riesgo de inundación (ver *tabla nº2*).

Tabla nº2 Relación entre riesgo de inundación conforme a las características geomorfológicas

DESCRIPCIÓN DE LA CLASE	PELIGROSIDAD
Aluvial-coluvial **Aluviales y fondos de valle**	Baja Muy Alta
Canal fluvial abandonado	Indiferenciada
Canales de marisma	Indiferenciada
Coluviales y aluviales indiferenciados	Muy Alta-Media
Depósitos aluviales. Fondos de valle	Muy Alta
Depósitos de rambla	Muy Alta
Fondos lagunares y endorreicos	Alta
Fondos de valle	Muy Alta
Gravas, arenas, limos y arcillas. Aluvial	Muy Alta
Llanura de inundación	Alta
Marisma baja	Alta
Masa de agua	Muy Alta-Indiferenciada
Terraza baja	Alta

Fuente: *Consejería de Medio Ambiente (2012): Evaluación preliminar del riesgo de inundaciones en Andalucía.*

Esta relación se realiza conforme a las características geomorfológicas a partir de las clases incluidas en el Plan de Cartografía Geológica Digital Continuo (GEODE), del cual se seleccionan aquellas relacionadas con las zonas aluviales y torrenciales.

Utilizando de igual forma la información disponible en el GEODE se establecen niveles de peligrosidad asociados a la morfología generada por los procesos fluviales en la siguiente *tabla nº 3*.

Tabla nº 3 Niveles de peligrosidad asociados a la morfología por procesos fluviales

MORFOLOGÍA	PELIGROSIDAD
Masa de agua	Muy Alta-Indiferenciada
Depósitos aluviales. Fondos de valle	Muy Alta
Depósitos de rambla	Muy Alta
Aluviales y fondos de valle	Muy Alta
Fondos de valle	Muy Alta
Gravas, arenas, limos y arcillas. Aluvial	Muy Alta
Coluviales y aluviales indiferenciados	Muy Alta-Media
Fondos lagunares y endorreicos	Alta
Llanuras de inundación	Alta
Terraza baja	Alta
Marisma baja	Alta
Aluvial-coluvial	Baja
Canal fluvial abandonado	Indiferenciada
Canales de marisma	Indiferenciada

Fuente: *Consejería de Medio Ambiente (2012): Evaluación preliminar del riesgo de inundaciones en Andalucía.*

EL RELIEVE EN ANDALUCÍA: RECURSOS

CONSEJERÍA DE ECONOMÍA, INNOVACIÓN, CIENCIA Y EMPLEO:
- **Line@. Localizador de Información Espacial de Andalucía** (topográficos, ortos, etc.). Enlace

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO:
- **Servicio de WMS Mapa Geológico de Andalucía** (para conocer el relieve de cada localidad**).** Enlace
- **Servicio de WMS Mapa Litológico de Andalucía** (para conocer el suelo de cada localidad). Enlace

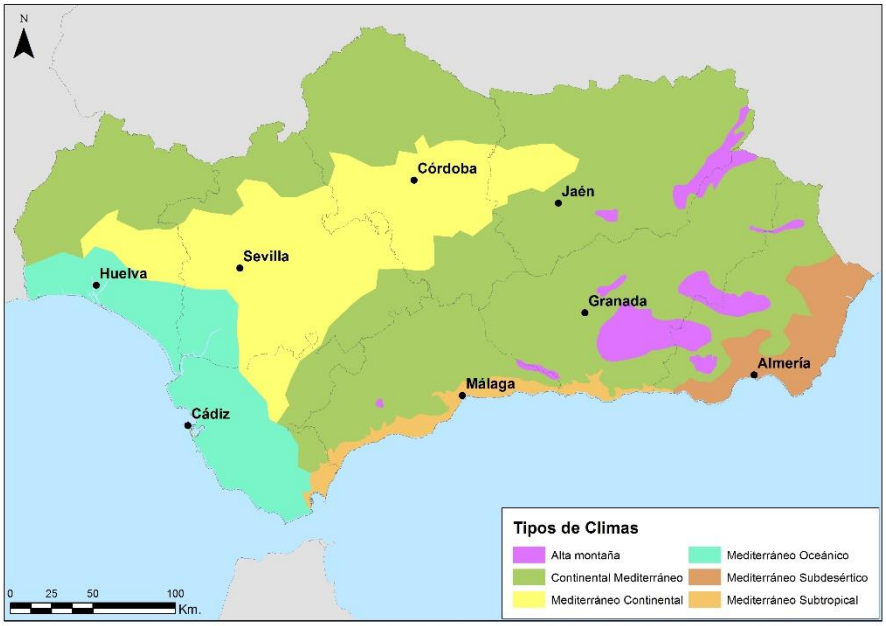
INSTITUTO ANDALUZ DE CIENCIAS DE LA TIERRA. Enlace
INSTITUTO GEOGRÁFICO NACIONAL: www.ign.es
INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (cartografía geocientífica, geología del subsuelo, etc.). **http://www.igme.es**
- **Geonavegador Cartográfico IGME. Enlace**
- **Sistema de consulta y difusión web de cartografía geológica continua. SIGECO. Plan GEODE**, Enlace.

3. El clima de Andalucía: La mediterraneidad

Según la clasificación climática de regiones áridas y semi-áridas elaborada por la UNESCO (2009), Andalucía es considerada en parte como una zona semiárida, debido a las escasas e irregulares precipitaciones, a las altas tasas de evaporación y a la baja densidad de vegetación.

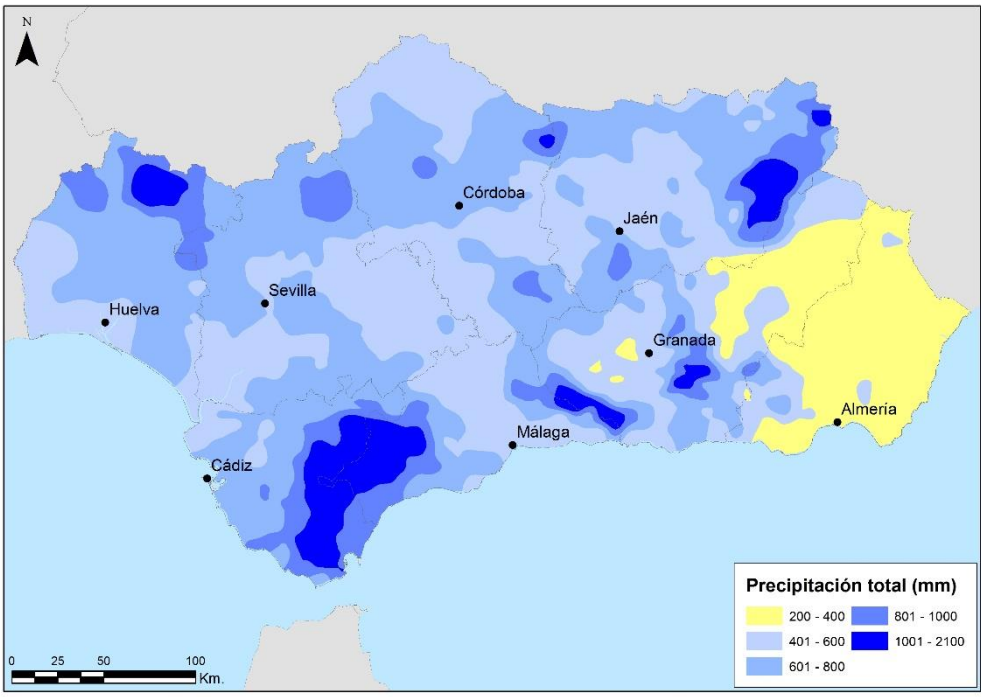
El clima de Andalucía viene dado por su latitud, comprendida entre 36º N en su punto más meridional y 38º44' N en el más septentrional, encontrándose por tanto en una franja de transición entre los climas de las latitudes medias y los climas tropicales. Andalucía se encuadra en su totalidad dentro del dominio climático mediterráneo, (con inviernos cortos y temperaturas suaves, veranos cálidos, y precipitaciones irregulares y escasas, que se concentran entre el otoño y la primavera, ausentes casi por completo en el verano) influenciado por la acción que ejerce el anticiclón de las Azores, y se caracteriza por una irregularidad tanto intraanual como interanual de las precipitaciones, así como de una alta insolación (más de 2800 horas de sol al año).

Mapa nº 4 Climas de Andalucía



Elaboración propia. Fuente: Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias (DERA100)

Mapa nº 5 Precipitaciones totales en Andalucía



Elaboración propia. Fuente: Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA) y Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias (DERA100)

REGIONALIZACIÓN CLIMÁTICA

Entre las distintas clasificaciones climáticas existentes referidas a Andalucía, se selecciona la realizada por Capel Molina, tomada a partir de los registros de temperatura y precipitaciones en las estaciones meteorológicas (ver *tabla nº4*).

Tabla nº 4 Clasificación Climática de Andalucía

Tipo de clima	Localización	Precipitaciones	Temperatura media anual	Características de las Estaciones	Insolación
Mediterráneo oceánico	Golfo de Cádiz	Moderadas 500-700 mm Finales Otoño y Primavera. Sequía estival	17º C Amplitud térmica 10-16º	Verano caluroso-Invierno suave. Se desconocen las heladas	+ 3000 horas
Mediterráneo continental	Curso medio y bajo del Guadalquivir	Moderadas 500-700 mm Finales Otoño y Primavera. Sequía estival	17º-18º Veranos más cálidos de España (28º-29ºC)	+continentalidad, invierno fresco Heladas y nevadas excepcionales	+ 2800 horas
Continental mediterráneo	Altiplanicies de Andalucía oriental y surco intrabético	Escasas 300-600 mm Otoño y primavera. Verano seco, pero no árido	13-15ºC Amplitud anual alta (17º-20ºC)	Frecuentes y fuertes las heladas	+ 2800 horas
Mediterráneo subtropical	Costa mediterránea andaluza	Abundantes 400-900 mm Final del otoño-principios de invierno, y primavera. Sequía estival	17º-19º Invierno más cálido de España y un verano caluroso (superiores a 25ºC)	Se desconocen las heladas	2800-3000 horas
Mediterráneo subdesértico	Litoral almeriense	Muy escasas Entre 150-300 mm Lluvias débiles en agosto	17º-21º Amplitud térmica moderada (13º-16ºC)	Las heladas son escasas	+ 3000 horas

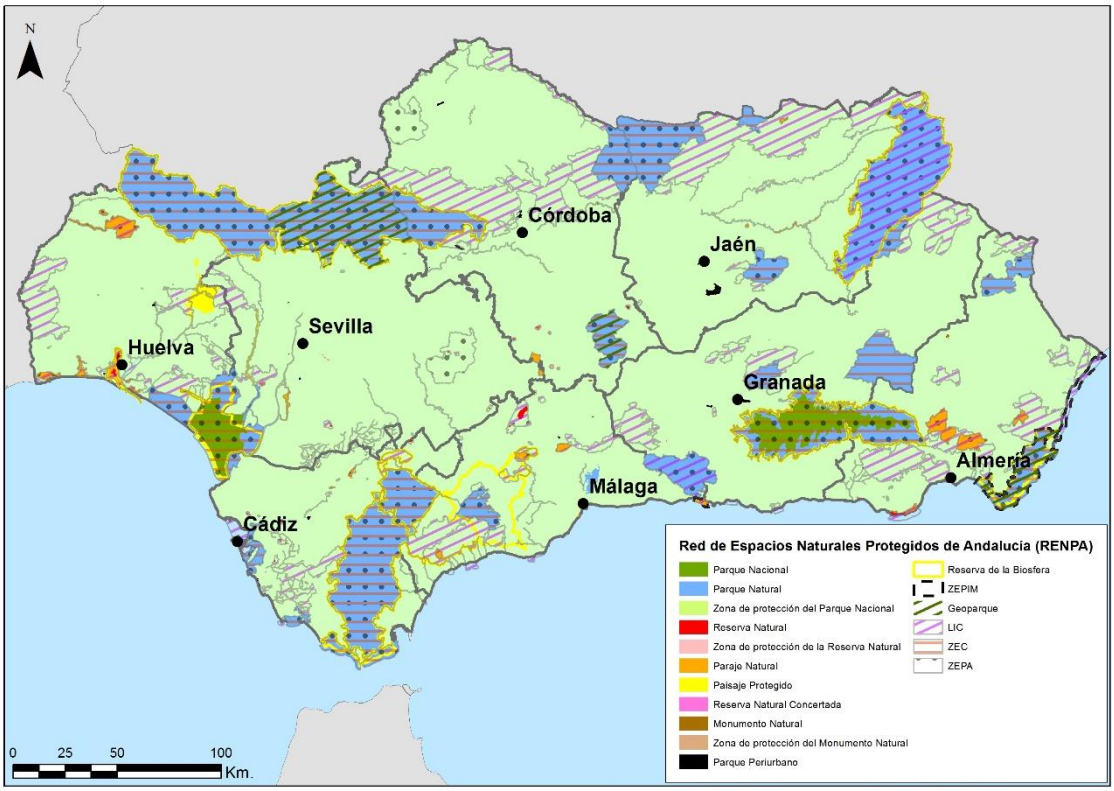
Elaboración propia. Fuente: Capel Molina, J.J., (1981): Los climas de España, Ed., Oikos-Tau

VEGETACIÓN

Debido a las características climáticas, la vegetación en Andalucía debe adaptarse a la irregularidad de las precipitaciones y a la sequía estival. Esta vegetación es muy variada a causa de su situación geográfica, situada entre dos continentes y dos mares, por ello la gran diversidad biológica, geológica y paisajística de Andalucía hace que se considere a esta región como una de las regiones más ricas y mejor conservadas de Europa. En conjunto, en el estado de la vegetación en Andalucía se aprecia una fuerte presión antrópica y la introducción de especies alóctonas, a pesar de ello la flora es muy rica y variada, existiendo casi 4000 taxones diferentes. Todo ello, fue motivo para que en 1989 se publicara la Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el *Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía* y se establecen medidas adicionales para su protección.

Andalucía cuenta actualmente con una Red de 156 Espacios Naturales Protegidos que, en conjunto, abarcan casi 1,8 millones de hectáreas, lo que supone más del 20% de la superficie de Andalucía y del orden del 30% del total de la superficie protegida del Estado español: 154 entre Parques Nacionales, Parques Naturales, Parques Periurbanos, Parajes Naturales, Paisajes Protegidos, Monumentos Naturales, Reservas Naturales y Reservas Naturales Concertadas, y 2 ZEPA ("Alto Guadiato", en Córdoba y "Campiñas de Sevilla", en Sevilla) (ver *mapa nº 6*).

Mapa nº6 Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA)



Elaboración propia. Fuente: Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA) y Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias (DERA100)

EL CLIMA EN ANDALUCÍA. LA MEDITERRANEIDAD: RECURSOS

AGENCIA ESTATAL DE METEOROLOGÍA. Enlace

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

- **Red de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía (RENPA). Enlace**
- **Red de estaciones meteorológicas (Mapa estaciones meteorológicas integradas en el Subsistema de Información de Climatología Ambiental). Enlace**
- **Red de Información Ambiental de Andalucía (REDIAM). Enlace**
  - **Visor del subsistema CLIMASIG. Enlace**
- **Subsistema de climatología ambiental (Visor de indicadores climáticos, consulta semi-avanzada, que permite el acceso a todas las variables y series de datos de las estaciones pertenecientes de la Junta de Andalucía). Enlace**
- **Mapa WMS Desviaciones de precipitaciones totales y temperaturas medias anuales respecto a la media del periodo 1971 – 2000. Enlace**

SERVICIO DE INFORMACIÓN METEOROLÓGICO MUNDIAL. Enlace

CLIMATE RESEARCH UNIT TS 3.21. Base de datos climáticos históricos a nivel mundial. Registro libre. Enlace.

WEB TUTIEMPO.NET (Proporciona gratuitamente el registro de datos de estaciones meteorológicas con series históricas). Enlace

4. Recursos hídricos andaluces.

4.1 Introducción

LOS RECURSOS HÍDRICOS

La configuración de los recursos hídricos de Andalucía viene determinada por la acción de diversos factores o condicionantes, dentro de los cuales se incluye (Sánchez, 2000):

- El *relieve*, que influye de forma significativa en la velocidad de los procesos erosivos en una cuenca, ya que determina la dirección y la intensidad del movimiento de agua y sedimentos.
- La *litología*, cada tipo de roca se comporta de manera diferente ante el agua, y esto afecta a las características de los recursos hídricos.
- El *clima*, junto al relieve es el principal factor que afecta a los recursos hídricos, debido al volumen y a la irregularidad de las precipitaciones, y la fuerte evapotranspiración que propician éstas.
- La *vegetación,* disminuye el caudal de los ríos y con las raíces retiene la tierra disminuyendo la erosión, un elemento importante para evitar el riesgo de inundaciones.
- La *acción humana,* que repercute en el control de caudales de los ríos, evitando crecidas, pero que altera el funcionamiento natural de los ríos.

Así mismo, el desarrollo urbanístico en las aglomeraciones urbanas y el consiguiente aumento de superficie impermeabilizada producen cambios en los volúmenes y niveles de concentración de las escorrentías en la red de drenaje, con importantes alteraciones de su régimen y de su morfología fluvial. Este hecho, unido a los impactos en la calidad de las aguas, la presión directa sobre los cauces y la tradicional respuesta reactiva frente al riego de inundación ocasionan impactos negativos y son contemplados dentro de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE) que plantea la exigencia de mejorar profundamente la relación entre planificaciones urbanísticas y territoriales, por un lado, y gestión fluvial, por otro.

Por otra parte, Andalucía tiene en relación con el agua una condición de limitación importante, a causa de una elevada evaporación que afecta de manera especial a la agricultura, una fuente importante de ingresos y de empleo en la región. En suma, el contexto del cambio climático no hace sino agravar esta limitación para la mayoría de los escenarios previsibles. A ello hay que añadir los aspectos asociados a la calidad de las aguas, muy vulnerables a las intervenciones antrópicas, y cuyo deterioro contribuye también a la reducción de los recursos hídricos disponibles. Mediante la Directiva Marco del Agua se establece la consagración de la calidad del agua como protagonista principal y al obligatoriedad a un control riguroso de estos aspectos (3º IDTA, 2010).

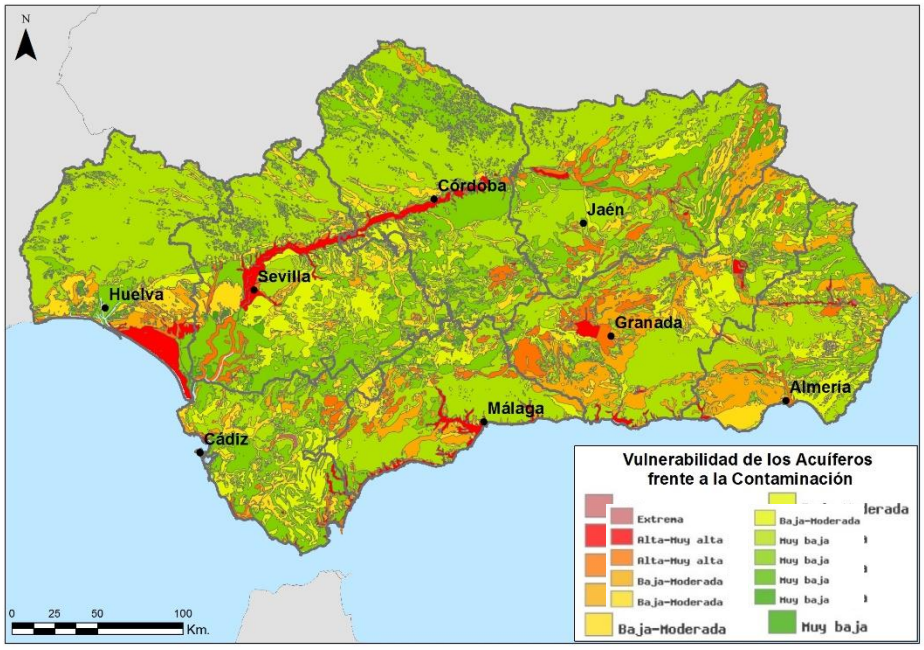
ESCORRENTÍA, ENDORREÍSMO Y AGUAS SUBTERRÁNEAS.

Las escorrentías son el resultado de la diferencia entre el volumen de precipitaciones y el conjunto de filtraciones y evaporación. Las aguas resultantes fluyen por los cauces naturales. En Andalucía se calcula una descarga fluvial (agua que va a parar al mar) de 10.000 Hm^3 al año, aproximadamente 1/5 del total de precipitaciones.

El endorreísmo se corresponde con el agua estancada, hecho favorecido por el clima árido, un relieve suave y la composición de los materiales. En el endorreísmo andaluz se aprecian tres fases: una de carga, coincidente con las lluvias otoñales; otra de mantenimiento, durante invierno y primavera; y una última de vaciado o merma en verano.

Las aguas subterráneas se producen por la filtración de agua precipitada y dependen directamente de la topografía y la capacidad de filtración del suelo. En Andalucía se dan dos tipos de acuíferos, aquellos ligados a las calizas (karst) y otros a los materiales aluviales, calculándose unos 20.000 km2 de acuíferos en la comunidad con un contenido de unos 37.000 hm3 de agua circulante al año. Los acuíferos andaluces tienen un papel importante no sólo como depósitos naturales de aguas disponibles, sino como compensadores o equilibradores de aquellos territorios donde las precipitaciones son más escasas al coincidir frecuentemente con superficies permeables. Además, los acuíferos son reservas estratégicas de recursos hídricos en períodos de sequía, siendo principales fuentes de suministro para el uso doméstico y para actividades económicas como la agricultura, la ganadería y la industria; esta realidad supone que los acuíferos en Andalucía soporten una sobreexplotación (ver *mapa nº 7*) y sean susceptibles de la contaminación (por nitratos, fertilizantes, etc.). En total en la región andaluza los acuíferos tienen una explotación media anual de 5.532 hm^3 al año. (CMAYOT, Enlace).

Mapa nº 7 ***Vulnerabilidad de los Acuíferos frente a la Contaminación en Andalucía***



Fuente: Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, **Enlace**

4.2. Características hidrográficas generales andaluzas

Por Andalucía discurren ríos de la vertiente atlántica y de la mediterránea. A la vertiente atlántica pertenecen las cuencas del Guadalquivir, Guadiana, Tinto-Odiel-Piedras y Guadalete-Barbate; mientras que a la vertiente mediterránea corresponde la cuenca del Segura y la cuenca Mediterránea. (Cano, 2002).

Los ríos de la cuenca atlántica se caracterizan por ser extensos, discurrir en su mayor parte por terrenos llanos y regar extensos valles. Este carácter determina los estuarios y las marismas que se forman en sus desembocaduras, como las marismas de Doñana formadas por el río Guadalquivir, y las marismas del Odiel. Los ríos de la cuenca mediterránea son más cortos, más estacionales y con más pendiente media, lo que provoca unos estuarios menos extensos y valles menos propensos a la agricultura. El efecto de sotavento que provocan los Sistemas Béticos hace que sus aportes sean reducidos. (Cano, 2002).

EL GUADALQUIVIR Y SUS AFLUENTES

El río Guadalquivir constituye la principal arteria fluvial de Andalucía y su cuenca hidrográfica comprende territorios de las ocho provincias andaluzas, así como algunas comarcas de Murcia, Albacete, Ciudad Real y Badajoz.

En el Guadalquivir se distinguen tres tramos: **curso alto**, el río discurre por valles estrechos hasta alcanzar la depresión Bética, donde abre un amplio y fértil valle sobre los finos sedimentos marinos que formaron esta zona; el **tramo medio,** en donde el río recibe el caudal de su principal afluente el río Genil, este tramo finaliza ya en el municipio de Alcalá del Río; y el **curso bajo**, a unos 64 km de su desembocadura en Coria del Río, el río atraviesa una región pantanosa conocida como las Marismas del Guadalquivir, donde se sitúa el Parque Nacional de Doñana. (Cano, 2002).

Los últimos estudios sobre el Guadalquivir han detectado que los principales problemas que amenazan al río son las escasas aportaciones de agua dulce al estuario debido a las modificaciones en el caudal a causa de las presas, las cuales a su vez impiden el paso de la mayor parte de los sedimentos que arrastra el río generándose la erosión de las márgenes; la ocupación de las llanuras de inundación del río, la contaminación por nutrientes provenientes de la agricultura, la mala gestión de los recursos pesqueros, los planes urbanísticos en llanos mareales, etc. (WWF, 2012).

LOS RÍOS Y RAMBLAS MEDITERRÁNEOS

La cuenca Mediterránea se caracteriza por sus ríos y ramblas, se trata de cauces cortos y torrenciales, algunos sólo son ramblas de curso esporádico sometidas a características climáticas del este andaluz. Sus desembocaduras suelen formar conos y deltas sobre los que generalmente se han producido asentamientos. Los más importantes son: Palmones, Guadarranque, Guadiaro, Genal, Guadalhorce, Guadalmedina, Vélez, Torrox, Guadalfeo, Adra, Andarax o Almanzora. (Cano, 2002).

La escasez de recursos se agrava durante el estío, época en la que coincide la ausencia de precipitaciones con los mayores niveles de demanda. Este aumento de demanda se dispone sobre el territorio en grandes concentraciones en espacios muy concretos de la franja litoral, y en estrecha relación con el abastecimiento urbano (donde se incluye el sector turístico) o bien con las zonas agrícolas de regadío. Existen otra serie de problemas casi endémicos de la cuenca, como es la todavía escasa reutilización de las aguas depuradas, que genera sobre todo en el área litoral, dificultades para la satisfacción de las demandas requeridas. Sin embargo actualmente están en marcha numerosos proyectos destinados al aprovechamiento de aguas residuales.

EL GUADIANA Y OTROS RÍOS AUTÓCTONOS

El Guadiana supone la frontera natural al oeste de la provincia de Huelva con el país vecino Portugal, teniendo escasa influencia en el territorio andaluz. Su desembocadura es una de las de mejor conservación de Europa, con más de cincuenta kilómetros de ribera casi intacta, sin carreteras y con pocos municipios y

pequeños, es por ello que desde asociaciones ecologistas como Greenpeace se demanda una protección medioambiental integral para el medio centenar de kilómetros de la ribera del bajo Guadiana -como ocurre con la orilla portuguesa, declarada parque natural- y se aboga por declarar este tramo de río parque natural internacional (ABC, 2006).

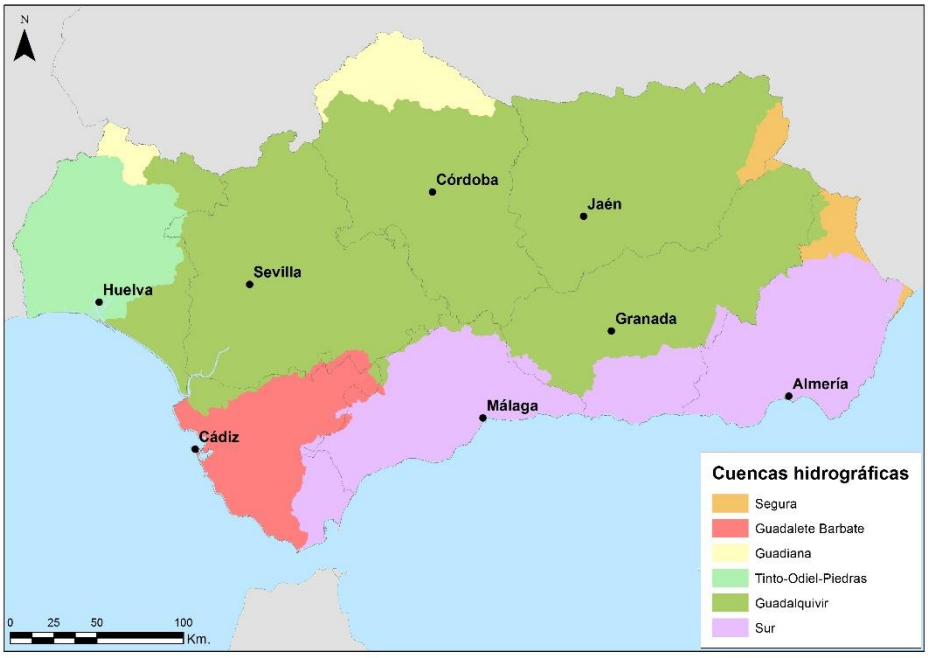
Quizás el río gaditano por excelencia sea el río Guadalete al ocupar su cuenca gran parte de la provincia. Nace en Grazalema, en la Sierra de Cádiz y desemboca en El Puerto de Santa María. A su paso riega un valle agrícola muy productivo y de éste depende gran parte del abastecimiento de aguas potables de la provincia. Junto al Guadalete por la misma cuenca transcurre el río Barbate, el cual producía una laguna natural llamada la Janda, de donde viene el nombre de la comarca homónima. Ambas desembocaduras se encuentran en el litoral atlántico gaditano. Por último, en las sierras de Huelva nacen los ríos Tinto, Odiel y Piedras, que vierten sus aguas al Atlántico por el litoral onubense.

4.3. Planificación de los recursos hídricos

PLANES DE CUENCA

Los recursos hídricos los manejan las Confederaciones Hidrográficas, organismos cuyo papel actualmente es la protección y el uso sostenible del agua, una tendencia que se reforzó con la implementación de la Directiva Marco del Agua (2000/60/CE). Las cuencas que discurren en su totalidad por el territorio andaluz se encuentran bajo las competencias de la comunidad andaluza y son la Mediterránea (o del Sur), Guadalete-Barbate, y Tinto-Odiel-Piedras. Por el contrario, aquellas cuencas que incluyen varias comunidades autónomas, como es el caso de las cuencas intercomunitarias del Guadiana, Segura y Guadalquivir en la región andaluza, están bajo la tutela del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente bajo el principio de la unidad de cuenca, es decir, la gestión de los recursos hídricos de los ríos no responde a fronteras territoriales, sino a las fronteras naturales (ver *mapa nº8*). Este argumento supuso la anulación, tras una batalla jurídica por la titularidad andaluza del Guadalquivir, del artículo 51 del Estatuto de Autonomía de Andalucía (2007) que regulaba las competencias exclusivas de Andalucía de la Cuenca Hidrográfica del Guadalquivir (el 98% de la cuenca se encuentra en territorio andaluz), por parte de del Tribunal Constitucional en marzo de 2011, y la posterior sentencia del Supremo por el que se anulaba el Decreto Ley de traspaso de las competencias.

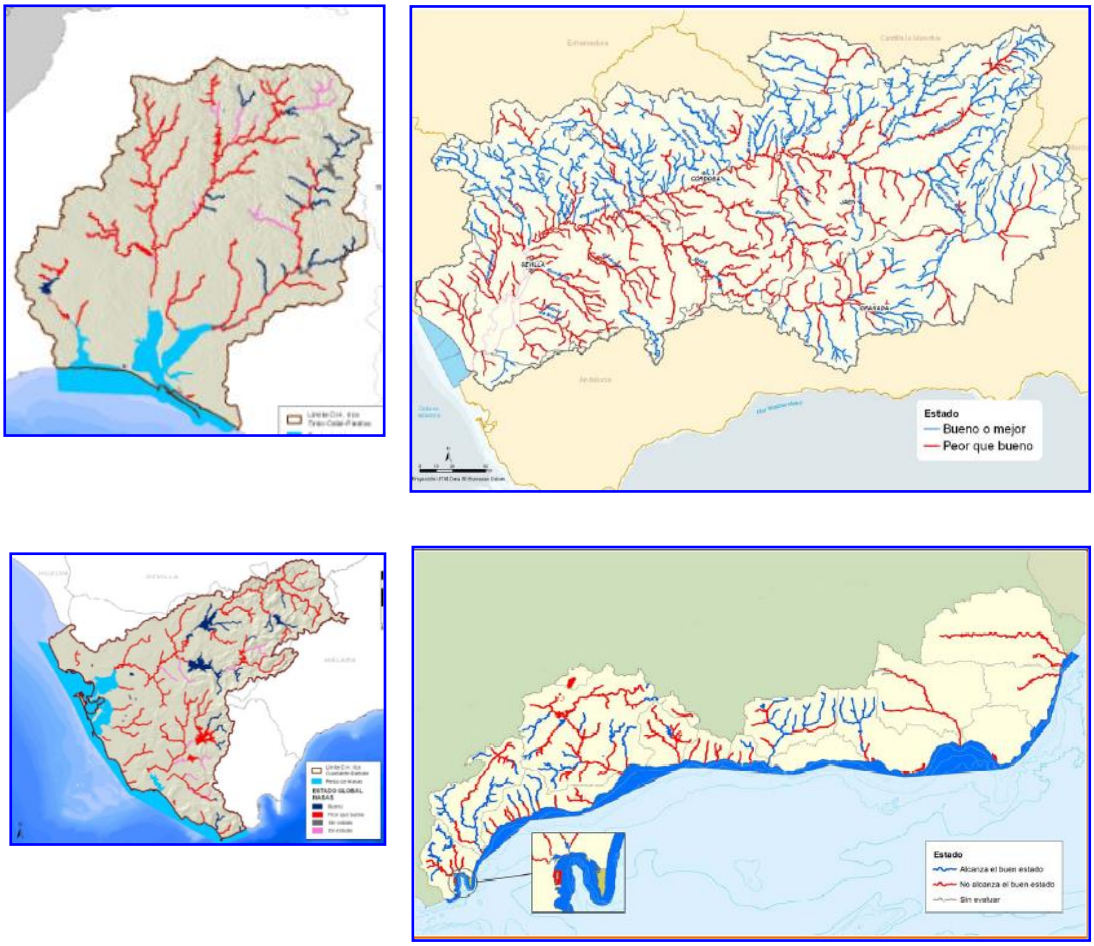
Mapa nº 8 Cuencas hidrográficas en Andalucía



Elaboración propia. Fuente: Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias (DERA100).

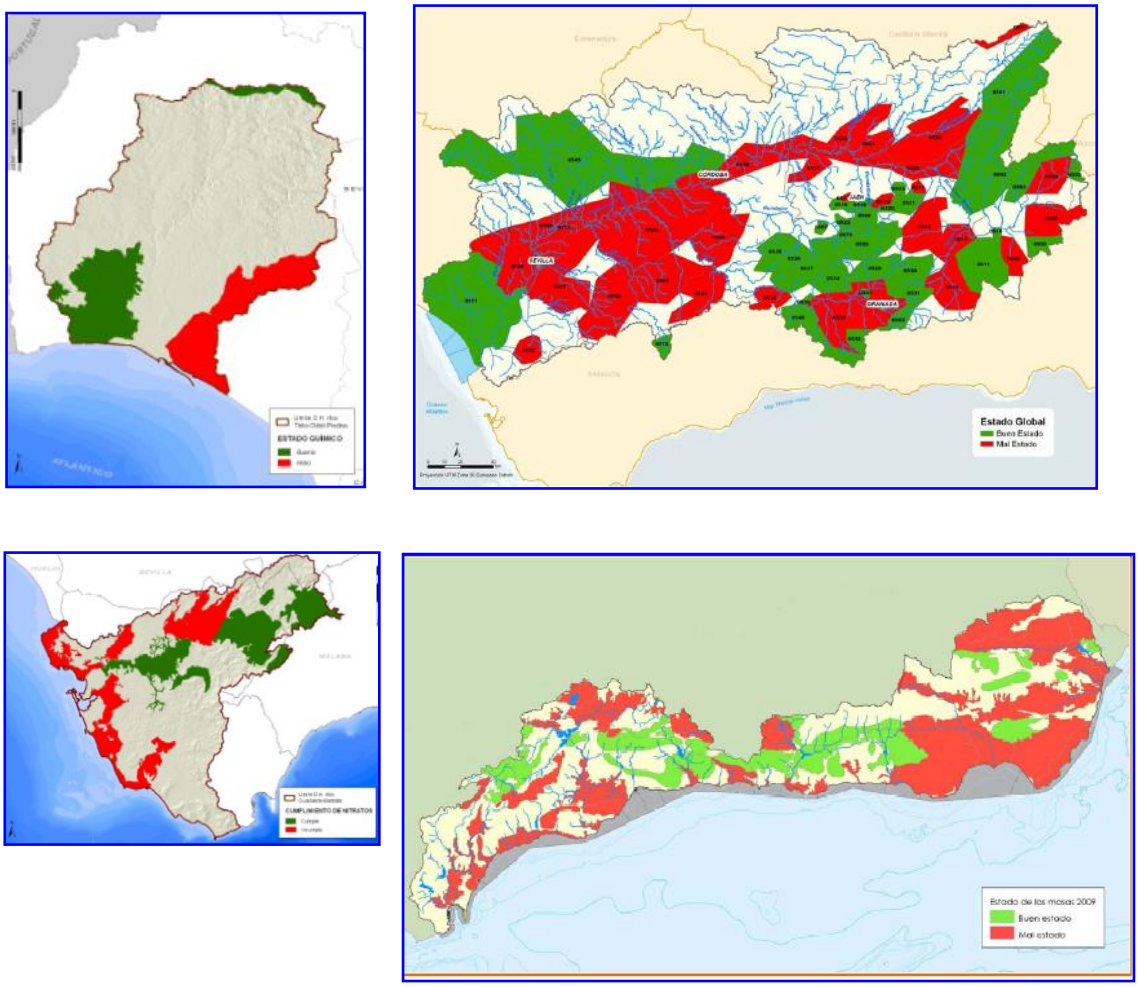
El elemento esencial para desarrollar la gestión que permita avanzar en la consecución de los objetivos establecidos por la DMA es el Plan Hidrológico de cuenca (artículo 13 de la DMA), que ha de elaborarse en el ámbito de la demarcación hidrográfica y en el que se contempla el objetivo de conseguir el buen estado y la adecuada protección del dominio público hidráulico y de las aguas, la satisfacción de las demandas de agua, el equilibrio y armonización del desarrollo regional y sectorial, incrementando las disponibilidades del recurso, protegiendo su calidad, economizando su empleo y racionalizando sus usos en armonía con el medio ambiente y los demás recursos naturales. Además, en estos Planes pueden encontrarse fichas de detalle de las distintas masas de agua, la designación de las masas de agua artificiales y muy modificadas (ver *mapa nº 9)*, los inventarios de presiones, los distintos programas de medias de actuaciones, los informes de sostenibilidad ambiental, así como un apartado de identificación y mapas de las zonas protegidas donde se caracterizan los acuíferos (ver *mapa nº10)*, considerándose en un apartado aquellas zonas de captación de aguas para el abastecimiento urbano. (PH Guadalquivir, 2013; PH Segura, 2014).

Mapa nº 9 Estado actual de las masas de agua, tipo de ríos o lagos, de las Cuencas Andaluzas



Fuente: Planes Hidrológicos de las Demarcaciones del Guadalquivir, Atlánticas y Mediterráneas Andaluzas, 2011.

Mapa nº 10 Estado actual de las masas de agua subterránea de las Cuencas Andaluzas



Fuente: Planes Hidrológicos de las Demarcaciones del Guadalquivir, Atlánticas y Mediterráneas Andaluzas, 2011.

PLAN DE ORDENACIÓN DEL TERRITORIO DE ANDALUCÍA (POTA)

Los problemas de la gestión de los cauces de los ríos y arroyos, como son las avenidas e inundaciones y la restauración son atendidos en el POTA de 2006, dentro de las Estrategias referidas a los Sistemas de Articulación Regional, y más concretamente en uno de sus subsistemas, el ***hidrológico-hidráulico***, el cual tiene objetivos concretos para estas problemáticas:

- Prevenir y evitar los daños por inundaciones
- Incorporar la gestión del agua en el marco de la ordenación del territorio
- Fomentar estrategias de gestión de la demanda dirigidas a racionalizar el uso del agua
- Identificar el valor cultural y ecológico del agua
- Integrar los cauces en los núcleos urbanos

Para prevenir y evitar procesos de deterioro que afectan al dominio público, el POTA determina la culminación de la delimitación y deslinde del dominio público hidráulico de los cauces fluviales andaluces, la identificación y la prevención de los riesgos de avenidas e inundaciones, la identificación de las afecciones y efectos que generan en el planeamiento territorial y urbanístico, el avance de políticas destinadas a la lucha contra la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas con el único fin de

recuperar el buen estado de la calidad de las aguas, así como la puesta en marcha de proyectos y estrategias de recuperación y mejora de los paisajes fluviales en los cauces urbanos y rurales.

Es preciso señalar que el POTA ofrece una serie de líneas estratégicas para la gestión del agua, aunque de manera más generalizada que en los casos de los Planes de Ordenación del Territorio de la distintas Aglomeraciones Urbanas de Andalucía.

PLANES DE SEQUÍA

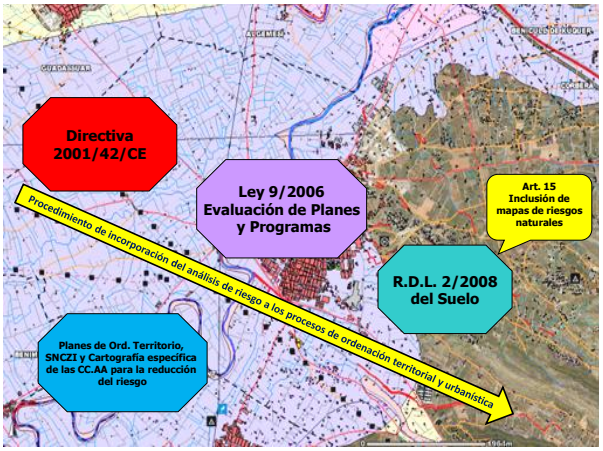
Los planes de sequía diseñan distintos escenarios futuros en función de la gravedad de la hipotética sequía y según estos umbrales establecen medidas de contención del gasto del agua, infraestructuras, gestión de los recursos y medidas de concienciación. Tras la entrada en vigor de la Directiva Marco de Aguas en el año 2000 todas las demarcaciones hidrográficas andaluzas tuvieron que redactarse de nuevo para poder adaptarse a la Directiva. En Andalucía la Ley 9/2010 de Aguas establece la obligatoriedad de que los municipios o sistemas supramunicipales con más de 10.000 habitantes aprueben planes de emergencia ante situaciones de sequía.

LEY DEL SUELO Y PLAN DE PREVENCIÓN DE AVENIDAS E INUNDACIONES EN CAUCES URBANOS ANDALUCES

El texto Refundido de Ley 2/2008 de Suelo en su artículo 12.2 recoge que el suelo está en la situación de rural en todos los casos en el que el suelo sea preservado por la ordenación territorial y urbanística de su transformación mediante la urbanización, (por la legislación de protección o policía del dominio público, de la naturaleza o del patrimonio cultural), los que deban quedar sujetos a tal protección conforme a la ordenación territorial y urbanística (por los valores los ecológicos, agrícolas, ganaderos, forestales y paisajísticos, así como aquéllos con riesgos naturales o tecnológicos, incluidos los de inundación o de otros accidentes graves), así como el suelo para el que los instrumentos de ordenación territorial y urbanística prevean o permitan su paso a la situación de suelo urbanizado, hasta que termine la correspondiente actuación de urbanización; y cuantos otros prevea la legislación de ordenación territorial o urbanística. Además, añade en el artículo 15 que los instrumentos de ordenación de actuaciones de urbanización en sus informes de sostenibilidad ambiental deberán incluir un mapa de riesgos naturales del ámbito objeto de ordenación, así como en la fase de consulta estos instrumentos deberán recabar con respecto a los recursos hídricos al menos los siguientes informes:

- El correspondiente a la Administración hidrológica sobre la existencia de recursos hídricos necesarios para satisfacer las nuevas demandas y sobre la protección del dominio público hidráulico.
- Y el de la Administración de costas sobre el deslinde y la protección del dominio público marítimo-terrestre, en su caso.

Gráfico nº 1. Incorporación de los análisis de riesgo a la planificación territorial y urbanística.



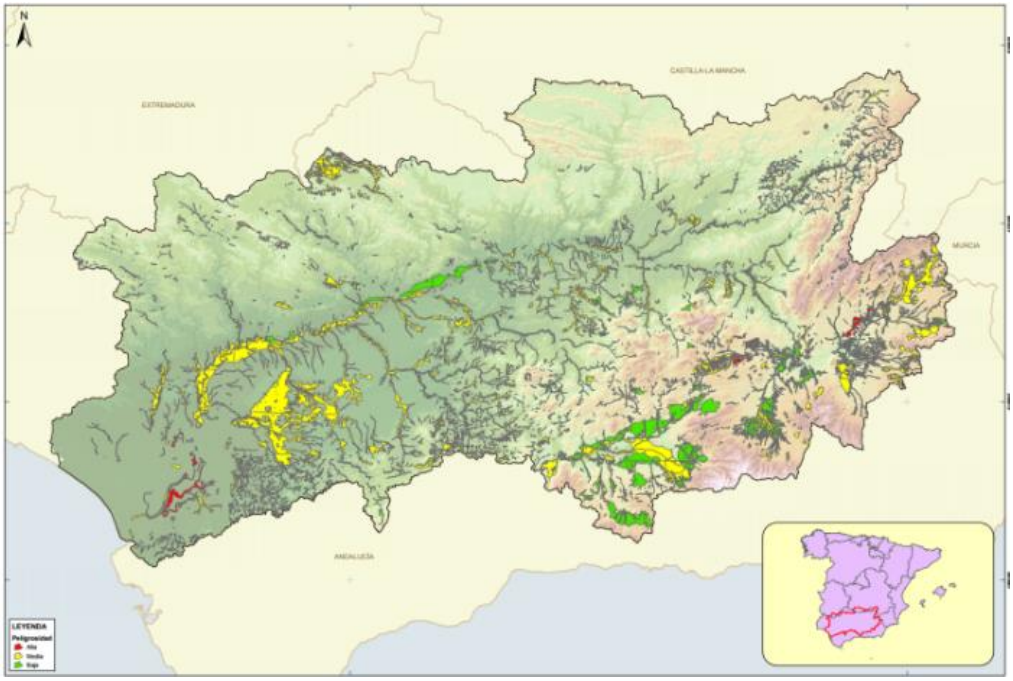
Elaboración propia. Fuente: Gil Olcina, 2014.

El Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces de 2002, cuyo fin es que la actividad urbanística cese la tendencia de presionar a los cauces de agua, propone que la intervención del planeamiento urbano mejore la adaptabilidad de los núcleos de población a los cursos fluviales, evitando para ello la ocupación de los cauces y limitando los usos en las zonas calificadas como inundables. De igual manera, el documento apuesta por aquellas actuaciones sobre los cauces que reduzcan la magnitud de las avenidas en zonas urbanas y sobre las cuencas vertientes a través de medidas de corrección hidrológico-forestal, tratando de equilibrar las actuaciones hidrológicas y territoriales y urbanísticas mediante la coordinación interadministrativa.

A partir de 2004 la Agencia de Medio Ambiente y Agua Andaluza inició la redacción de una serie de estudios hidráulicos para la delimitación y ordenación de las zonas inundables del territorio andaluz, incorporándose un mapa interactivo en el que se presenta toda la información que recogen el total de 12 estudios que se encuentran redactados o en ejecución. La extensa franja litoral de Andalucía, con unos 900 km de costa, y un fuerte desarrollo de actividades antrópicas en el entorno fluvial, especialmente en los sectores agrícola y turístico, ha sido el punto de partida de este proceso de delimitación y ordenación de zonas inundables por ser las que mayor riesgo presentan (CMAYOT, Enlace).

Ejemplo de uno de estos planes para la delimitación de zonas inundables es el Plan de Evaluación Preliminar de Riesgo de Inundaciones para el Guadalquivir, Ceuta y Melilla donde a partir del ámbito territorial, la caracterización climatológica y pluviométrica, clasifica varias tipologías de episodios de inundación. En el *mapa nº 11* se visualiza el grado de peligrosidad de aquellas zonas más vulnerables.

Mapa nº 11 Riesgos de inundación y peligrosidad en la cuenca del Guadalquivir



Fuente: Plan de Evaluación Preliminar de Riesgo de Inundaciones para el Guadalquivir, Ceuta y Melilla. **Enlace**

ACUERDO ANDALUZ POR EL AGUA

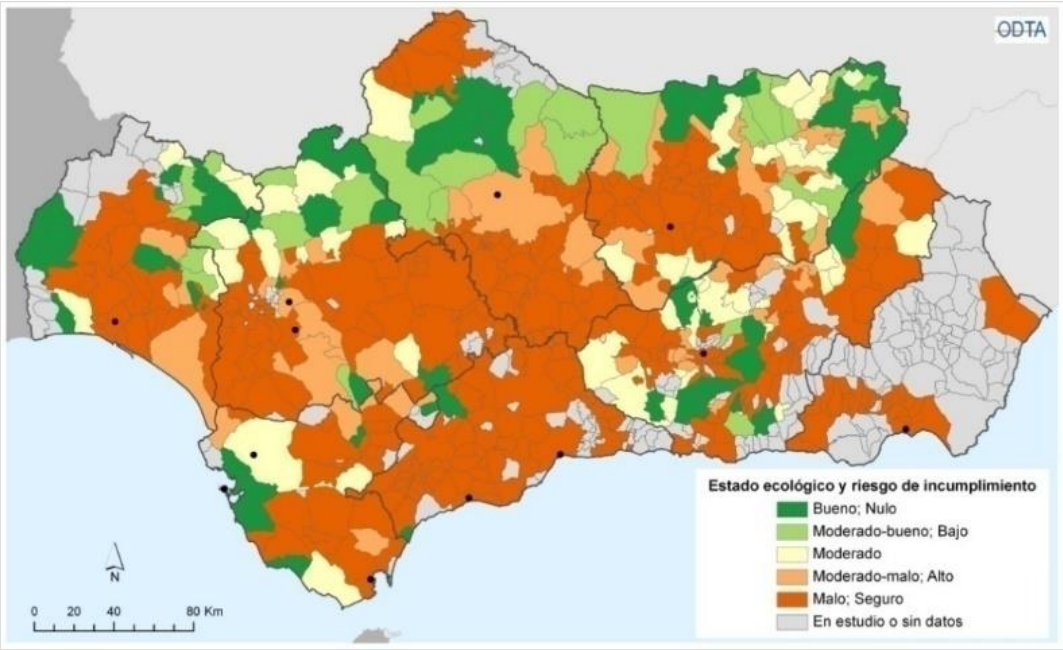
El Acuerdo Andaluz por el Agua publicado de 2009, es el documento programático que responde a la voluntad del Parlamento de Andalucía de propiciar un consenso político y social en torno al agua como recurso esencial y factor clave para el desarrollo sostenible de Andalucía. Sirvió de impulso a la posterior Ley 9/2010 de Aguas andaluza incorporando nuevos tratamientos en materia de prevención y lucha contra las inundaciones, entre otros. Se trata de un documento que tiene como objetivo lograr un consenso político, económico y social en torno a la gestión del agua, definiendo los criterios básicos que rijan a la misma; y el de consensuar medidas concretas y factibles que puedan llevarse a cabo en los próximos años (Junta de Andalucía, 2009). El documento incluye 97 medidas, planes y proyectos respondiendo a cinco ideas fundamentales: la gestión comprometida con las generaciones futuras, el uso sostenible y con garantía del agua, la participación activa de la sociedad en la política del agua, la administración hidráulica más moderna y eficaz, y el nuevo régimen económico y financiero para un uso responsable del recurso.

4.4. Estado ecológico de las aguas

El compromiso fundamental de la gestión del agua orientada por la Directiva Marco del Agua (DMA) ha pasado a ser la conservación o recuperación del buen *estado ecológico* del agua en un período máximo hasta el año 2015, definido por parámetros físico-químicos, biológicos y, lo que resulta más novedoso, morfodinámicos (continuidad de los cauces, conservación de las riberas, procesos de erosión, transporte, sedimentación).

En relación a esta evaluación del estado ecológico de los ríos andaluces y según el *mapa nº 12 de evaluación del estado ecológico* del 3ºIDTA, clasificado en 5 rangos, la existencia de un grupo de municipios con buen estado/riesgo nulo es muy reducido, y principalmente son aquellos cursos de agua localizados en la cabecera del Guadalquivir y del Genil y en Sierra Morena; la presencia de color verde en algunos enclaves de la costa gaditana (bahía de Cádiz, Barbate), se debe al peso del buen estado de las aguas de transición (marismas gaditanas) en la ponderación de la clasificación de estos municipios. Por el contrario, el mal estado/riesgo seguro predomina en todo el valle del Guadalquivir, las campiñas cordobesas, sevillanas y gaditanas, las hoyas intrabéticas, las cuencas del Guadalete-Barbate, el sector noroccidental de la provincia de Córdoba y el litoral, con las excepciones mencionadas (3º IDTA, 2010).

Mapa nº 12 Evaluación del estado ecológico y del riesgo de incumplimiento en aguas superficiales (y de transición)



Fuente: Tercer Informe de Desarrollo Territorial de Andalucía, 2010. Enlace

DEMANDAS, USOS Y CALIDAD

Los recursos hídricos disponibles anualmente en Andalucía se cifran en 5426 Hm^3, de los que unos 3300 proceden de los pantanos (1/3 de la capacidad de éstos), suponiendo el 61% de los recursos por término medio. El resto, salvo un 15% de aguas de lluvia, balsas y otros, procede de los acuíferos. Cuando la demanda crece, se hace mayor uso de los acuíferos, con el consiguiente riesgo de agotamiento y salinización.

La demanda total calculada de agua en Andalucía es de 5661 Hm^3, por lo que, de acuerdo con los documentos de planificación vigentes, resulta un déficit de 235 Hm^3/año, distribuido de la siguiente forma: la cuenca del Guadalquivir acumula un déficit de algo más de 200 Hm^3. La cuenca del Sur suma un déficit de unos 150 Hm^3. La del Guadalete-Barbate cierra con superávit de 60 Hm^3 de más de 100 Hm^3. El saldo final de este reparto hace el déficit global citado.

Tabla nº 5 Distribución sectorial de la demanda de agua en Andalucía.

Cuencas	**Sectores (%)**			
	Usos Agrarios	**Urbano**	**Industrial**	**Otro Uso**
Guadalquivir	87,3	11,1	1,7	-
D.H. Tinto- Odiel-Piedras	58,2	12,7	27,7	1,4
D.H. Guadalete-Barbate	71,9	19,6	4,6	4,0
D.H. Mediterráneo	72,9	21,2	4,0	1,9
Guadiana	62,5	31,3	6,3	-
Segura	89,4	10,6	-	-
Total Andalucía	**81,46**	**14,15**	**3,26**	**0,70**

Fuente: Tercer Informe de Desarrollo Territorial de Andalucía, Cap. 02 agua y energía, pág. 1. 2010. Enlace

El consumo urbano de agua comprende el uso doméstico, la provisión a servicios públicos locales e institucionales y el servicio de agua para los comercios e industrias ubicadas en el ámbito municipal que se encuentran conectadas a la red de suministro. También forman parte de la demanda urbana el baldeo de calles y el riego de parques y jardines, que emplean recursos normalmente distribuidos por las redes urbanas. (CMAYOT, Enlace).

CALIDAD DEL AGUA

La DMA ha supuesto un verdadero revulsivo al consagrar la calidad del agua como protagonista principal y al obligar a un control riguroso de estos aspectos. En relación al estudio de la calidad del agua deben distinguirse aquel agua que procede de los pantanos de la que viene de los acuíferos, pues los embalses suministran agua de una calidad aceptable, al contrario que los acuíferos, cada vez de peor calidad debido a las filtraciones de vertidos industriales, agrícolas y urbanos. Y es que en Andalucía, el problema de la calidad de las aguas se origina porque nuestros ríos han sido utilizados como colectores de los residuos urbanos e industriales, alterando la composición química de las aguas e incrementando la carga contaminante hasta dificultar la vida en muchos tramos (Guía Nueva Cultura del Agua, Enlace).

CAUDALES Y REGÍMENES

El módulo absoluto o caudal medio del Guadalquivir es de unos 200 m^3 por segundo, cifra que representa aproximadamente 1/3 del caudal medio del río Ebro. En cambio, el caudal o módulo relativo (que relaciona el caudal con la extensión del río) es de 3 litros por segundo y km^2, frente a los 7 litros del Ebro. En condiciones naturales y sin alteración de los regímenes de los ríos en Andalucía, los cauces registrarían generalmente máximas en invierno y mínimas en verano, aunque se apreciarían comportamientos diferentes como el caso del río Genil, de mayor regularidad por su origen nival, al quedar la nieve retenida en invierno en las cumbres.

Pero los ríos andaluces han sido muy modificados por construcciones hidráulicas que regulan sus caudales y estos son desviados hacia las zonas de aprovechamiento, alterando la cantidad de agua que fluye por ellos, aspecto a tener muy en cuenta a la hora de estudiar el régimen fluvial de un río, pues las estaciones de aforo cercanas a los embalses registran obviamente un régimen que no es natural, sino que ha sido invertido, de igual forma es vital conocer si se trata de un embalse de regadío que desagua en verano, un embalse de regulación que lo hace durante todo el año o si se trata de un hidroeléctrico que desembalsa agua de forma puntual.

Además de la modificación del régimen de caudales, estas obras también han alterado la morfología de los ríos. Existen otras obras que se han ejecutado en sus cauces que han modificado la estructura morfológica, impidiendo en muchos casos la conectividad de los cauces con las llanuras de inundación o modificando los hábitats naturales de los pobladores de los ríos. (Guía Nueva Cultura del Agua, Enlace).

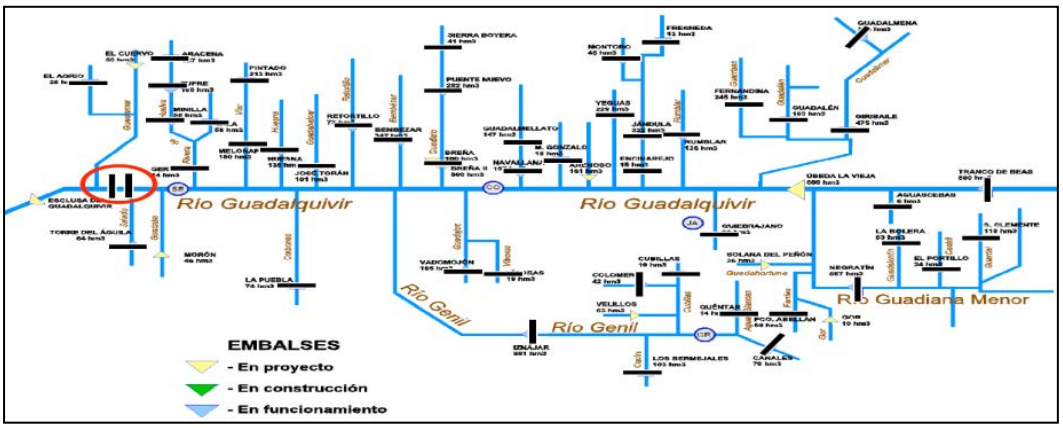
EQUIPAMIENTOS Y GESTIÓN DEL AGUA

España se trata del quinto país del mundo y el primero de Europa con más cantidad de agua embalsada (ICOLD 2000), prueba de la gran inversión en este tipo de infraestructuras en nuestro país la encontramos en la cuenca del Ebro en la que hay construidos 200 embalses o en la del Guadalquivir que cuenta con 66.

Tener el agua embalsada supone la evaporación del agua retenida en el mismo, la retención de sedimentos y colmatación aguas arriba de las presas, lo que genera que aguas abajo el río tenga una mayor capacidad de erosión y de encajonamiento de los cauces. Al mismo tiempo, los sedimentos retenidos tras la presa hace que aguas abajo haya una pérdida de fertilidad en las zonas de cultivo, así como que no se aporte sedimentario al mar (que hubiera sido su camino natural), lo que repercute directamente en los deltas y playas.

Como cifras básicas, puede decirse que la regulación superficial en el Guadalquivir (ver *gráfico nº2*) es ya del orden del 35% de la aportación natural y la utilización media incluyendo los acuíferos y el flujo de base de los cauces, procedente del drenaje de estos, del orden del 55%. Estas cifras indican que el nivel de utilización en usos consuntivos en nuestra Cuenca es muy elevado y ello provoca cierta vulnerabilidad frente a las sequías, pudiendo incidir sobre la garantía de satisfacción de las demandas.

Gráfico nº 2 Sistema de regulación de la cuenca del Guadalquivir



LOS RECURSOS HÍDRICOS EN ANDALUCÍA: RECURSOS

CONSEJERÍA DE MEDIO AMBIENTE Y ORDENACIÓN DEL TERRITORIO

- **Recursos hídricos- Acuíferos de Andalucía**. **Enlace**.
- **Servicio WMS Mapa de información general de aguas subterráneas de Andalucía, Enlace.**

- **Demarcación Hidrográfica Guadalete-Barbate**. **Enlace**
- **Demarcación Hidrográfica Tinto, Odiel y Piedras**. **Enlace**
- **Demarcación Hidrográfica Mediterránea**. **Enlace**
- **Inventario de las presas andaluzas**. **Enlace**

MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

- **Sistema Integrado de Información del Agua (SIA). Enlace**
- **Sistema de Información del Agua Subterránea (SIAS). Enlace**

- **Boletín Hidrológico** (información sobre las reservas hidráulicas en tiempo real). **Enlace**.
- **Confederación Hidrológica del Guadalquivir. Enlace**
  - Sistema Automático de Información Hidrológica de las Cuencas del Guadalquivir - Guadalete y Barbate (información en tiempo real sobre las variables climáticas, hidrológicas y de estado de la infraestructura hidráulica) **Enlace**
- **Hispagua, Sistema Español de Información sobre el Agua.** Demarcaciones Intercomunitarias y documentos de planificación. **Enlace**
  - Confederación Hidrográfica del Guadalquivir. **Enlace**
  - Confederación Hidrográfica del Guadiana. **Enlace**
  - Confederación Hidrográfica del Segura. **Enlace**
- **Sistema Integrado de Información del Agua** (SIA, Delimitación de zonas inundables, etc.) **Enlace.**
- **Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, Enlace.**

INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO DE ESPAÑA

- **Atlas Hidrogeológico de Andalucía. Enlace**

5. Gestión Integral del Agua Urbana en Andalucía

Andalucía ha experimentado en las últimas décadas un fuerte proceso de expansión urbana que ha consumido gran cantidad de recursos naturales y suelo. Como rasgo general, además del importante aumento de la población, este proceso ha producido que el modelo tradicional de ciudad compacta se ha transformado en un nuevo modelo de ciudad difusa y de baja densidad produciendo importantes impactos sobre las masas de agua, los ecosistemas acuáticos, el territorio fluvial y los recursos hídricos; asimismo, este modelo de ciudad difusa ha supuesto un incremento del consumo de agua y la reducción de la funcionalidad y el rendimiento de las redes urbanas. (Figueroa, 2011).

En estas circunstancias, el avance hacia un **nuevo modelo de gestión integrada y ecoadaptativa del ciclo urbano del agua** se hace más urgente. Un nuevo modelo caracterizado por la potenciación de los siguientes rasgos:

- Contextualización de manera más clara y profunda del ciclo urbano en el marco de los **ecosistemas acuáticos** de los que depende para obtención de recursos y para el vertido de efluentes
- Consolidación del principio, ya actualmente bien establecido, de **gestión conjunta** de las fases de **abastecimiento** (captación, potabilización y distribución) y **saneamiento** (alcantarillado,

depuración, vertido), a lo que se añade mayor atención a la integración de las **aguas pluviales**, los procesos de escorrentía, la red de **drenaje**, los **espacios públicos**, la vegetación, la infiltración y las **aguas subterráneas**.

- Sustitución, como resultado de esta integración reforzada, de los diseños lineales de entrada y salida del sistema por **funcionamientos circulares, de reutilización y recirculación**, que reducen entradas y salidas a este mismo sistema.
- Potenciación de la integración de los ciclos del **agua y** la **energía** (captación de energías renovables, reducción de consumos energéticos, captación de CO2).
- Integración en la gestión del ciclo de criterios de eficiencia y **responsabilidad de costes**, combinados con valores de **solidaridad y equidad**.
- Puesta en práctica de nuevas formas de participación pública que garantice transparencia y **participación ciudadana efectiva y proactiva**, tal y como establece la Directiva 2003/35/, de 26 de mayo de 2003, transpuesta a la normativa española por la Ley 27/2006, de 18 de julio, reguladora de los "derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente".

5.1. Competencias sobre la gestión del agua urbana.

La Ley 7/1985, reguladora de las Bases de Régimen Local, asigna a las corporaciones locales la titularidad pública de determinadas actividades, entre las que se incluye el servicio domiciliario de suministro de agua y saneamiento, obligando a la Administración local a prestarla como servicio a todos los ciudadanos sin excepción. Así mismo, las corporaciones locales tienen capacidad para ordenar discrecionalmente su gestión; es decir, como titulares del mismo les corresponde establecer las condiciones y requisitos de la prestación y determinar quién procede a realizarla (Defensor del Pueblo Andaluz, 2006).

Los Ayuntamientos pueden gestionar directamente el servicio de agua, asumiendo los órganos de la corporación todos los poderes de decisión y gestión del servicio, utilizando su propia plantilla de personal, y haciendo frente a su retribución con fondos presupuestarios; pueden gestionar el servicio, igualmente, a través de la creación de organismo autónomos locales o pueden prestarlo a través de una sociedad mercantil cuyo capital social pertenezca íntegramente a la Entidad local. Pero la Ley Reguladora de Bases Local permite, también, que la gestión del servicio domiciliario de agua se realice a través de gestión indirecta; en este supuesto, la gestión puede adoptar las formas de concesión, gestión interesada, concierto y arrendamiento.

La normativa autonómica de Andalucía, respetando la autonomía municipal para decidir sobre el sistema de gestión por el que se opte, potencia el proceso de integración en entidades supramunicipales del servicio en alta (captación, transporte, potabilización) como medio para garantizar dimensiones organizativas y empresariales que permitan una gestión adecuada. Esta misma normativa plantea la posibilidad de que las entidades supramunicipal no garanticen la correcta prestación de servicios, en cuyo caso la Junta de Andalucía asumiría la explotación y gestión de las infraestructuras de aducción y depuración. Así mismo, la normativa andaluza establece la obligatoriedad de respetar mecanismos de información, comunicación y participación pública operativos.

5.2. Abastecimiento urbano de agua en Andalucía

El consumo urbano de agua comprende el uso doméstico, la provisión a servicios públicos locales e institucionales y el servicio de agua para los comercios e industrias ubicadas en el ámbito municipal que se encuentran conectadas a la red de suministro. También forman parte de la demanda urbana el baldeo de calles y el riego de parques y jardines, que emplean recursos normalmente distribuidos por las redes urbanas. El consumo de agua urbano tiene un carácter estratégico por ser un servicio básico para la ciudadanía, un uso prioritario en la planificación hidrológica y por tener mayores requisitos de calidad. (CMAYOT, Enlace).

El abastecimiento de agua a la población es el uso fundamental del conjunto del sistema de gestión de agua, básico por su prioridad social, legal y económica, está condicionado por las restricciones ambientales. Con el 10-15% de los recursos naturales hídricos disponibles se cubren las necesidades del abastecimiento doméstico, los usos municipales, las actividades del sector terciario y la parte de la actividad industrial que está conectada a las redes de suministro urbano. Y sólo con tercera parte de ese 10-15% (con alrededor de un 5%) se satisfacen las necesidades de abastecimiento domiciliario (los usos domésticos) de toda la población de Andalucía; una población que, casi en su totalidad, cuenta con un servicio regular, garantizado, a domicilio (agua surtiendo por los grifos de los hogares de los ciudadanos) de en torno a 120-130 litros de agua por persona al día, y en bastantes ocasiones de cantidades mucho mayores.

Si analizamos a escala de detalle la gestión del abastecimiento de agua a la población en Andalucía, se detectan en numerosos casos fallos en el sistema, déficits de infraestructuras o de gestión que afectan, en general, a pequeñas y medianas poblaciones y ocasionalmente a grandes aglomeraciones. Por otra parte, los problemas de calidad de las fuentes de recursos, al que más adelante se hará referencia, se multiplican y agravan a consecuencia de la intensificación de los usos agro-pecuarios, turístico-residenciales e industriales del territorio, así como por la emergencia de nuevos procesos de contaminación.

En Andalucía los servicios básicos de abastecimiento de agua pueden y deben estar garantizados con tanta calidad y mayor motivo que otros servicios públicos básicos (...). Un problema distinto es la definición del propio concepto de abastecimientos urbanos, que incluyen actividades comerciales, industriales y centros oficiales conectados a las redes, además de los usos domésticos en sentido estricto (aquellos "en los que el agua se utiliza exclusivamente para atender las necesidades primarias de la vida", de acuerdo con el Reglamento del suministro domiciliario de agua en Andalucía). A esto se unen las demandas, crecientemente significativas en algunas ocasiones, del turismo residencial y de la industria del ocio..

REQUERIMIENTOS DE CALIDAD Y GARANTÍA

La calidad del agua condiciona su adecuación a las condiciones requeridas por cada sector de demanda y, por tanto, su auténtica disponibilidad. La Directiva 2000/60/CE Marco del Agua que establece el marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de agua, ha ampliado el propio concepto del agua: la atención de la política del agua se extiende a los cauces (que ya formaban una entidad integrada con el agua en el concepto español clásico de dominio público hidráulico) y, más allá de estos, a los denominados ecosistemas acuáticos asociados. Uno de los objetivos básicos es salvaguardar los abastecimientos: "La buena calidad del agua contribuirá a garantizar el abastecimiento de agua potable a la población", señala el considerando 24 de la Directiva Marco del Agua. Por su parte, el artículo 7 ordena identificar todas las masas de agua utilizadas para la captación destinada al consumo humano que proporcionen un promedio de más de 10 m3 diarios o que abastezcan a más de 50 personas; estas masas deben de ser protegidas de manera especial.

Así pues, los abastecimientos urbanos exigen una atención singular por la calidad, haciendo falta agua que cubra los volúmenes que se demandan con unas condiciones de calidad cada vez más exigentes, siendo el contenido en nitratos, por su amplitud y volumen, un indicativo de uno de los fenómenos más generalizados de contaminación de fuentes puntuales (los propios vertidos urbanos e industriales y lixiviados de vertederos) o difusas (actividades ganaderas y prácticas agrícolas de abonado y riego) que no afectan a la cantidad de recurso disponible, pero sí a su adecuación para ciertos usos, fundamentalmente el abastecimiento urbano.

Además de superiores requerimientos de calidad, que frecuentemente hacen más difícil alcanzar dichas condiciones, los abastecimientos urbanos necesitan mayores niveles de garantía. En términos generales, la normativa de ámbito nacional establece que la demanda sólo se considera satisfecha cuando el déficit de un año no excede el 10% de la demanda anual y en diez años la suma de los déficits no excede el 30% de la demanda anual. En Andalucía el abastecimiento urbano de agua se regula en el ya mencionado Reglamento del suministro domiciliario de agua (Decreto 120/1991, de la Consejería de Presidencia de la Junta de Andalucía), actualmente en proceso de modificación, que delimita las

competencias y definición de abonado y entidad suministradora, así como las determinaciones técnicas en relación a las condiciones de suministro. .

CONSUMOS, DOTACIONES Y EFICIENCIAS.

Según el INE con respecto al suministro urbano de agua, cabe señalar la tendencia decreciente en términos unitarios (dotaciones, litros persona y día) y absolutos (hm³/año), siempre teniendo en cuenta que la población ha incrementado. La evolución reciente de las dotaciones en Andalucía es homologable a la experimentada en otras comunidades autónomas, con descensos en muchas poblaciones, como Córdoba, Sevilla o Cádiz, de entre un 15 y 25% desde los picos alcanzados a comienzos de la década (1990-1991) hasta el presente, dato que no es suficientemente conocido por la población (ver *tabla nº6*). El impacto duradero en la conciencia social de los efectos de la sequía de 1992-1995, las mejoras en la gestión, el aumento eficiencia en las redes y en los usos industriales (la frecuente reducción de estos), individualización de contadores y cambios en el sistema tarifario explican esta evolución positiva, (Del Moral, 2006).

Tabla nº6. Sistema EMASESA. Evolución del consumo facturado y de la población entre 1991 y 2012 y la prevista para los años 2013 y 2014.

AÑO	CONSUMO TOTAL	VARIACIÓN S/ AÑO DE REFERENCIA (1991)		
	Hm³	Consumo	Total	Población
1991	89,000			
1997	70,817	-20,43%	7,10%	-25,71%
1998	73,675	-17,22%	7,57%	-23,05%
1999	73,719	-17,17%	7,92%	-23,27%
2000	72,255	-18,81%	8,69%	-25,52%
2001	71,700	-19,44%	9,31%	-26,30%
2002	72,218	-18,86%	8,07%	-24,90%
2003	73,041	-17,93%	6,30%	-22,04%
2004	73,923	-16,94%	7,29%	-22,80%
2005	72,428	-18,62%	7,28%	-24,14%
2006	70,740	-20,52%	8,13%	-26,49%
2007	70,000	-21,35%	8,90%	-27,78%
2008	68,236	-23,33%	9,04%	-29,68%
2009	67,579	-24,07%	9,07%	-30,39%
2010	66,266	-25,54%	10,24%	-32,46%
2011	65,045	-26,92%	11,13%	-34,24%
2012	63,271	-28.91%	11,63%	-36,49%
2013	60,635	-31,87%	12,02%	-39,18%
2014	prev. 60,000	-32,58%	12,02%	-39,82%

Elaboración propia. Fuente EMASESA, 2013.

En los últimos cinco años, esta tendencia se ha intensificado, tanto por la continuación de los factores estructurales que la motivan (incorporación, en mayor o menor grado, de elementos de gestión de la demanda en los sistemas de abastecimiento urbano), como coyunturales (reducción de la actividad industrial, comercial, turística, etc., debido a la crisis económica).

El consumo doméstico facturado constituye un porcentaje variable del suministro bruto total, dependiendo de los niveles de actividad económica, y por tanto demanda industrial (incluida actividades secundarias y terciarias) y el nivel de eficiencia hidráulica del sistema de que se trate.

La evolución positiva de las dotaciones se ve parcialmente contrarrestada por el gran crecimiento de los procesos urbanizadores, tanto residenciales como relacionados con el sector del ocio y el turismo. En relación a los primeros, las tipologías dominantes en los últimos años (unifamiliares, adosados, urbanización extensiva, zonas ajardinadas) impulsan las demandas al alza. Por su parte, el desarrollo de la industria turística, crecientemente relacionado con el sector residencial, se ha transformado, principalmente en el litoral, en un foco de demanda de primera magnitud.

El nivel de dotaciones de agua por habitante en Andalucía muestra una distribución caracterizada por la localización de las dotaciones más elevadas en la costa y en las principales aglomeraciones urbanas. Destaca la situación de bajas dotaciones generalizadas, aunque con situaciones heterogéneas, de Almería.

Con respecto a la eficiencia en la distribución, la disponibilidad de información y su fiabilidad es aún más problemática. De acuerdo con los datos que ofrece el Informe del Defensor del Pueblo de 2006,

procedente de una encuesta directa a los ayuntamientos responsables del servicio, el nivel medio de agua registrada se acerca al 75% del agua suministrada, y el agua facturada alcanza el 68%.

POLITICAS DE USO EFICIENTE DEL AGUA EN ANDALUCÍA

Las políticas o iniciativas desarrolladas en los últimos años en Andalucía han sido desarrolladas principalmente por parte de las empresas suministradoras de agua de los municipios, siendo muchas menos las desarrolladas por otros organismos como los propios Ayuntamientos directamente (sin delegar en su caso en la empresa suministradora correspondiente) o alguna Mancomunidad (Navarro y Sendra, 2009).

En general, estas iniciativas han tenido varios ámbitos de actuación a nivel de edificios con medidas enfocadas en la reducción de la demanda interior/exterior o a la mejora de las redes de instalaciones; a nivel de ciudad con medidas destinadas a la reducción de la demanda a nivel urbano, la mejora de redes de infraestructuras, o el mejor control y medición del consumo; y a nivel socioeconómico con propuestas de incentivos económicos a través de la tarifación por bloques, de elaboración de normativas, de redacción de trabajos de investigación, de programas de concienciación y de apoyo (Navarro y Sendra, 2009).

La mayoría de las iniciativas (63%) han sido desarrolladas a través de mecanismos económicos (por medio de subvenciones, facilidades de financiación,…) y social (concienciación, información, divulgación, etc…). Entre las restantes medidas se encuentran las iniciativas de tipo más específicamente técnico (un 8% a nivel de edificación y un 30% a nivel urbano) Es de destacar, la falta de medidas de evaluación sistemática de la eficacia de la medidas aplicadas (Navarro y Sendra, 2009, pág. 60).

5.3. Saneamiento Urbano en Andalucía

La red de saneamiento tiene por objeto la evacuación rápida de las aguas residuales de todo género dirigiéndolas, por el camino más corto, hacia el punto de vertido. Los tipos de aguas consideradas en las redes de saneamiento son aguas residuales o usadas, y aguas no residuales (precipitación y drenaje de terrenos.

En el Estado Español, la prestación de los servicios de alcantarillado, tratamiento y depuración de aguas residuales compete a los Ayuntamientos en aplicación de lo dispuesto en la legislación de Régimen Local. Además, las Diputaciones Provinciales y las Administraciones Autonómicas tienen competencias en materia de auxilio técnico y financiero a los municipios. La Administración General del Estado puede también intervenir, bien ejecutando obras declaradas de interés general o bien participando en la financiación de actuaciones en virtud de acuerdos firmados con otras Administraciones.

La depuración es una obligación legal y una responsabilidad del Estado Español que debe cumplir con los compromisos adquiridos en la Directiva 91/271/CEE (modificada por la Directiva 98/15/CE), que establece los requerimientos mínimos para la recogida, el tratamiento y el vertido de las aguas superficiales que provienen de las aguas residuales urbanas (domésticas, aguas de lluvia y aguas residuales industriales). Esta Directiva fue traspuesta al ordenamiento jurídico español mediante el Real Decreto Ley 11/1995, desarrollado por otros reales decretos posteriores. Según esta normativa, ya en el año 2006 todas las aglomeraciones urbanas de más de 2.000 habitantes equivalentes debían contar con un tratamiento secundario de sus aguas residuales, y para aquellas aglomeraciones de menos de 2.000 habitantes equivalentes, con un tratamiento adecuado de las mismas; mediante estas actuaciones deberían haberse conseguido unos niveles adecuados de depuración, un objetivo que en la actualidad aún está pendiente de completar. Esto hace que la calidad de las aguas no sea la adecuada en todos los casos, comprometiendo también la obligación de los Estados de conseguir el buen estado ecológico de sus aguas para 2015 establecido en la Directiva Marco del Agua.

Por otra parte, la incidencia de las inundaciones es particularmente frecuente en Andalucía, donde según las estadísticas de inundaciones registradas en los últimos 500 años, ocurren, como media, una inundación de consecuencias graves al año. Por su parte, las pérdidas económicas por las inundaciones acaecidas en los últimos treinta años ascienden como media a 150 millones de euros anuales. Para responder a la conveniencia de alcanzar una mayor eficiencia en la política de las administraciones en

materia de inundaciones urbanas se crea el Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces en 2002, que ha sido ya comentado adecuadamente en el punto 4.3 de este documento.

No obstante, cabe hacer mención a la reciente modificación del Reglamento de Dominio Público Hidráulico (RD 1290/2012), que regula el tratamiento de aguas de tormentas e introduce la necesidad de laminación de las mismas (pensando en los tanques de tormentas) para evitar desbordamientos de sistemas de saneamiento. Esta modificación del reglamento establece que las declaraciones de vertido deberán contener documentación técnica que desarrolle y justifique adecuadamente las características de la red de saneamiento y los sistemas de aliviaderos, y las medidas, obras e instalaciones previstas para limitar la contaminación por desbordamiento en episodios de lluvias (art. 246.2.e). Así mismo, se establece que tanto las entidades locales como las comunidades autónomas deberán desarrollar los estudios técnicos de detalle que, teniendo en cuenta el régimen de lluvias, las características de la cuenca vertiente, el diseño de la red de saneamiento, la naturaleza y características de las sustancias presentes en los desbordamientos de los sistemas de saneamiento en episodios de lluvia, y los objetivos medioambientales del medio receptor, definan las buenas prácticas y actuaciones básicas para maximizar el transporte de volúmenes hacia las estaciones depuradoras de aguas residuales y de escorrentía y reducir el impacto de los desbordamientos de los sistemas de saneamiento en episodios de lluvia (art.246.3.c).

PLAN NACIONAL DE CALIDAD DE LAS AGUAS

En el año 1995, la entonces Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Vivienda del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, puso en marcha el Plan Nacional de Saneamiento y Depuración, con el horizonte puesto en el año 2005, fecha clave señalada por la Directiva 91/271/CEE para alcanzar la conformidad de los sistemas de depuración de las aglomeraciones urbanas. Durante los diez años de vigencia del Primer Plan Nacional de Saneamiento y Depuración 1995-2005, se produjo un cambio relevante, derivado de la aprobación y transposición de la Directiva Marco del Agua de 2000.

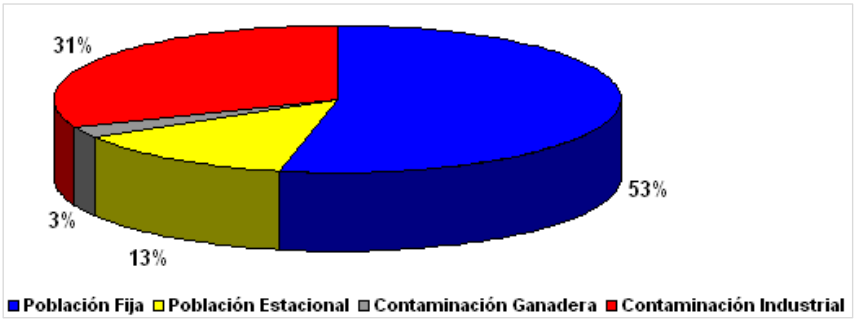
En el año 2007, el Ministerio de Medio Ambiente, en colaboración con las Comunidades Autónomas, redactó el Plan Nacional de Calidad de las Aguas: Saneamiento y Depuración 2007-2015 (PNCA), que pretende dar respuesta tanto a los objetivos no alcanzados por el anterior plan, como a las nuevas necesidades de alcanzar el buen estado ecológico de las masas de agua y a los objetivos de calidad asociados a los diferentes usos, planteadas por la Directiva Marco del Agua. En el Plan se insiste en la necesidad imperiosa de asegurar la gestión de las instalaciones, lo que requiere la implicación de todas las administraciones, especialmente las Corporaciones Locales, como responsables del saneamiento y depuración de las aguas residuales urbanas.

SITUACIÓN DE LA DEPURACIÓN EN ANDALUCÍA.[1]

Según la Estrategia de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales en Andalucía, en nuestra comunidad contamos con una población fija de 7.829.202 habitantes y una carga contaminante cifrada en 13.5 millones de habitantes equivalentes. En el siguiente *gráfico nº2* se observa el importante peso (un 53%) que tiene la población fija en la carga total contaminante de Andalucía, destacando el litoral por su aportación en la carga contaminante estacional (un 13%). A su vez, la carga contaminante procedente de la actividad industrial también es notable (un 31%), aportando menos carga la actividad ganadera (sólo un 3%).

[1] En este apartado se utiliza la información más actualizada disponible, aunque se refiere a la situación de hace ya varios años, generalmente 2007 o 2008.

Gráfico nº3. Cargas contaminantes por sectores

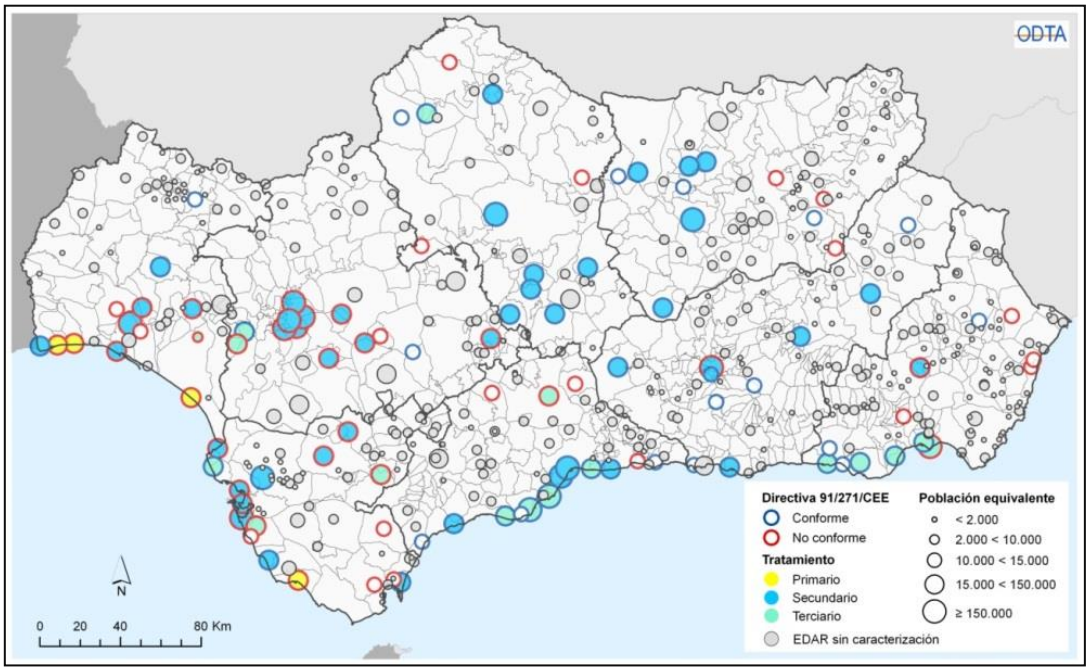


Fuente: Estrategia de Saneamiento y Depuración de aguas residuales en Andalucía (CMAYOT, 2010), Enlace.

En 2007 Andalucía existían, de acuerdo con los datos del II Plan Nacional de Saneamiento y Depuración 2007-2015, 545 Estaciones de Depuración de Aguas Residuales (EDARs) que generan un caudal de 518,06 hectómetros cúbicos al año, siendo Granada la provincia que cuenta con mayor número de estaciones, con 83 depuradoras; le siguen Jaén y Málaga, con 82 y con 80 respectivamente, Sevilla con 71, Cádiz con 61, Almería con 56 y Huelva con 54.

En el mapa nº 13, en el que se muestra la distribución de las EDAR en la región de Andalucía para el año 2008, se señalan aquellas estaciones con carga contaminante conforme con la Directiva 91/271/CEE. Se trata de aquella carga conectada a un sistema de tratamiento acorde con el nivel de depuración establecido en ésta, y cuyo funcionamiento permite alcanzar los valores de emisión o porcentajes de reducción que establece.

Mapa nº13. Estaciones de depuración de aguas residuales en Andalucía

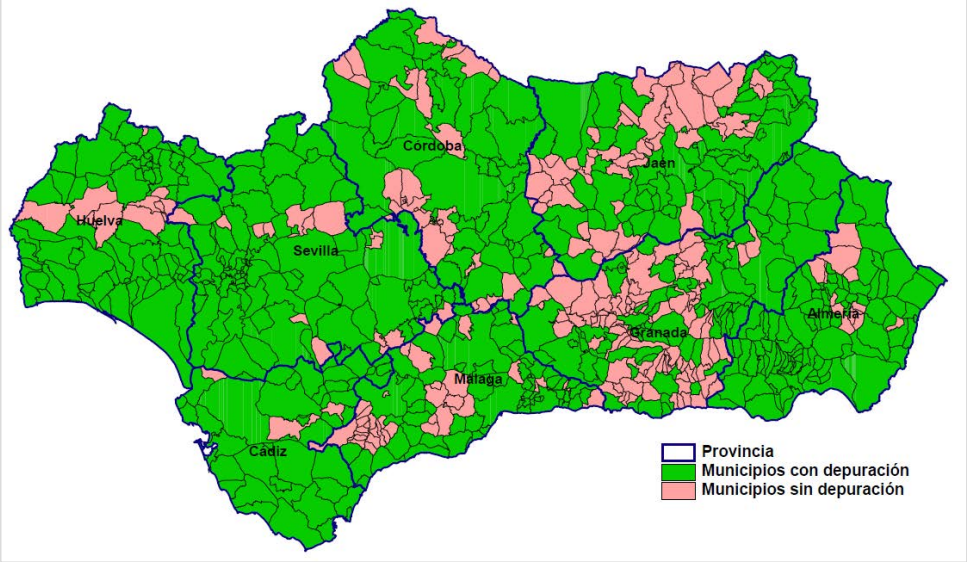


Fuente: IDTA3, 2010, basado en información del Informe de Medio Ambiente en Andalucía 2008, Consejería de Medio Ambiente. Enlace

En la demarcación hidrográfica del Guadalquivir, con una población que supera los 4 millones de habitantes, existen 288 aglomeraciones urbanas con más de 2.000 habitantes equivalentes, que totalizan una carga de 6.213.894 habitantes-equivalentes (h-e). De acuerdo con información datada en 2009, un 65% de estas aglomeraciones, 187 (159 entre 2.000 y 15.000 h-e, y 28 mayores de 15.000 h-e) no eran en aquel momento conformes, es decir, no tenían un nivel de depuración adecuado, si bien solo suponen un 31% de la carga contaminante. El tamaño medio de la población equivalente de estas aglomeraciones urbanas se sitúa entre los 2.000 y los 4.000 h-e.

Por otro lado, otras 78 aglomeraciones urbanas aún no disponían de EDAR, con una carga contaminante total estimada de 411.261 h-e. La mayor parte de estas aglomeraciones se encuentran en las provincias de Jaén (26 aglomeraciones urbanas sin EDAR) y Granada (16), seguidas de Córdoba (12) Sevilla (10), Málaga (4) y Cádiz (1) (Consejería de Medio Ambiente, 2009b).

Mapa nº 14. Municipios de Andalucía sin instalación de estación depuradora de aguas residuales



Fuente: Consejería Medio Ambiente, 2009

En la *tabla nº7* se presenta el número de depuradoras existentes en Andalucía y la población atendida, según el inventario de 2006. En la *tabla nº8* se muestra el porcentaje de los municipios andaluces que tienen instalada una EDARs y la carga equivalente que tratan.

Tabla nº7 Depuradoras de aguas residuales en Andalucía para el año 2006

	Almería	Cádiz	Córdoba	Granada	Huelva	Jaén	Málaga	Sevilla	Andalucía
Ámbito continental									
Nº depuradoras	97	46	24	65	50	66	41	42	431
Población atendida	214.221	314.046	540.909	579.973	164.930	384.501	163.429	1.504.571	3.866.580
Carga equivalente (Hab.) (1)	309.289	493.538	884.966	997.773	282.361	639.017	252.952	2.215.736	6.075.632
Ámbito litoral									
Nº depuradoras	15	22		5	10		14		66
Población atendida	275.611	646.667		87.864	259.896		1.052.385		232.423
Carga equivalente (Hab.) (1)	438.891	1.121.		187.363	469.178		1.746.475		3.963.279

(1) Número teórico de personas que generarán un volumen de aguas residuales equivalentes a la suma de las producidas por la población, la industria y las actividades agroganaderas.
Fuente: Estrategia de Saneamiento y Depuración de aguas residuales en Andalucía, (CMAYOT), Enlace.

Tabla nº 8 Porcentajes de municipios con EDARS instaladas en las provincias de Andalucía

Provincia	Municipios con EDARs	Carga contaminante (Hab./equiv.)
Almería	88%	83%
Cádiz	93%	91%
Córdoba	60%	83%
Granada	42%	58%
Huelva	87%	96%
Jaén	54%	66%
Málaga	63%	85%
Sevilla	86%	94%
Total	70%	83%

Fuente: Dirección General de Planificación y Participación.

ACTUACIONES PREVISTAS EN ANDALUCÍA

La estrategia de la Junta de Andalucía pasa por invertir alrededor de 2.540 millones de euros, en el que el 31% se destinará a la dotación de infraestructuras para cumplir con la normativa vigente. El resto serán actuaciones de adecuación de las infraestructuras existentes u otras de interés prioritario de la Junta de Andalucía. Ley 9/2010 de Aguas de Andalucía continua en este proceso, habilitando un procedimiento para agilizar el cumplimiento de los objetivos de calidad de las aguas que establece la DMA, incluyendo la figura de obras de interés de la Comunidad Autónoma de Andalucía, cuya declaración se formaliza a través de un acuerdo del Consejo de Gobierno en Octubre de 2010, con la declaración de un total de 947 actuaciones que suponen 300 obras en toda la Comunidad (ver *tabla nº9*). (Dirección General de Planificación y Participación).

Para ello, la Ley de Aguas define además la aplicación de un Canon de mejora que "grava la utilización del agua de uso urbano con el fin de posibilitar la financiación de las infraestructuras hidráulicas de cualquier naturaleza correspondientes al ciclo integral del agua de uso urbano.

Tabla nº9 Actuaciones para las Obras de Interés de la Comunidad Autónoma de Andalucía para cumplir los objetivos de calidad de las aguas

Actuación	*Número*	*Presupuesto (€)*
Adecuación EDAR	*91*	*29.926.000*
Ampliación EDAR	*74*	*409.314.000*
Colesctores	*386*	*447.314.000*
EDAR y colectores	*396*	*879.077.000*
Total	*947*	*1.765.956.000*

Fuente: Dirección General de Planificación y Participación.

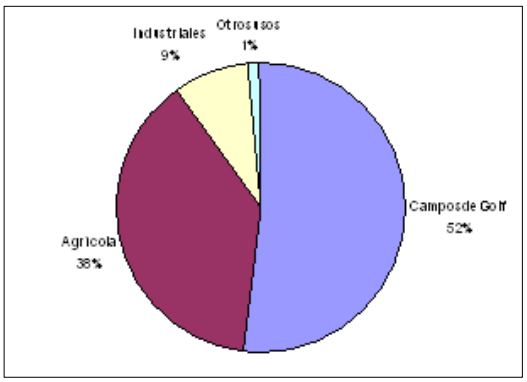
ESTRATEGIA DE REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES EN ANDALUCÍA

Dentro de la Estrategia Andaluza de Saneamiento y Depuración de las Aguas Residuales Urbanas, la Administración andaluza del agua analiza las potencialidades presentes y futuras de la reutilización de estas aguas así como los requerimientos técnicos y tecnológicos necesarios para ello. Para ello, se elabora la Estrategia de Reutilización de Aguas Residuales en 2007.

Según los datos recogidos en la Estrategia, en Andalucía se reutilizan en torno a 53 hectómetros cúbicos anuales de aguas residuales urbanas recicladas (algo más del 15% del total español), cifra equivalente a la capacidad de regulación anual de dos embalses medios como Rules o Melonares. De estos, la mitad se corresponden al ámbito territorial del Distrito Hidrográfico Mediterráneo, siendo el uso principal el riego de 50 campos de golf (ver *gráfico nº2*), que representa aproximadamente la mitad del caudal, seguido de 3.500 ha de regadío (38%). El uso urbano solo representa el 1% del caudal concesionado.

Gráfico nº4. Usos de agua residual en Andalucía

Usos del agua residual reutilizada	
Usos	**Hm^3/año**
Campos de golf	23,15
Agrícola	17,1
Industrial	3,87
Otros usos	0,65



Fuente: Estrategia de Reutilización de las aguas residuales en Andalucía (2007), (CMAYOT), Enlace.

Dentro de los posibles usos del agua la Estrategia de Reutilización incluye para el uso urbano las siguientes (*tabla nº10*):

Tabla nº10. Uso urbano del agua en Andalucía

USO URBANO	**Residenciales**	**-Riego de jardines privados.** **-Descarga de aparatos sanitarios.** **-Sistemas de calefacción y refrigeración de aire.** **- Otros usos domésticos.**
	Servicios Urbanos	-Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos, deportivos...). -Baldeo de calles. -Sistemas contra incendios. -Lavado industrial de vehículos. -Fuentes y láminas ornamentales.

Fuente: Dirección General de Planificación y Participación

Las 545 EDARs existentes en Andalucía, generan un caudal de 518,06 hectómetros cúbicos al año. De ellas, se podrían reutilizar hasta 305,05 Hm^3 al año, que con respecto al caudal disponible en la Comunidad Autónoma representaría el 58,88% (CMAYOT, Enlace).

PLAN ANDALUZ DE I+D DE DEPURACIÓN PARA PEQUEÑAS POBLACIONES

Tomando como base la Directiva 91/271/CEE, se engloba bajo el concepto de pequeñas poblaciones a las aglomeraciones urbanas de menos de 2.000 habitantes equivalentes, quedando excluidas las viviendas aisladas y poblaciones muy pequeñas, que no dispongan de sistemas colectores para las aguas residuales y que no constituyen, por tanto, una aglomeración.

Las tecnologías intensivas en las pequeñas poblaciones fueron un fracaso debido en muchos casos al alto coste de mantenimiento y a su dimensionamiento erróneo. En este sentido, existe la necesidad de equiparar los servicios y la cobertura de los ámbitos urbanos al ámbito periurbano y al rural, y debido al número tan elevado de núcleos rurales la Junta de Andalucía en 1998 promovió un Plan de I+D+i sobre Tecnologías de Bajo Coste para la Depuración de las Pequeñas Poblaciones. En el marco de este Plan, el Centro Experimental de Tratamiento de Aguas Residuales (CENTA) de Carrión de los Céspedes (Sevilla) declarado Centro de Referencia Mundial por la Oficina para la Década del Agua de Naciones Unidas, como reconocimiento a sus avances en materia de depuración no convencional durante más de 15 años de investigación, publicó en el año 2007 por primera vez un Manual de Tecnologías no Convencionales o Extensivas.

El Plan de I+D+i para la Depuración de las Pequeñas Poblaciones se componía de varias fases que han dado como resultado:

Tabla nº 11. Fases y resultados del Plan de I+D+i para la Depuración de las Pequeñas Poblaciones

Fases	Líneas de Actuación	Resultados	
1º Fase	Bases del Plan	Revisión bibliográfica Visitas a instalaciones existentes	
	Construcción PECC	Planta Experimental de Carrión de los Céspedes	
2º fase	Tipificación de efluentes	Selección de 20 municipios representativos andaluces (en cuanto a pob., localización geográfica y grado de industrialización	- Fuerte variación diaria de caudal y concentración en los pequeños municipios - En los pequeños municipios las aguas residuales están más cargadas que en los grandes.
3º fase	Plan de Saneamiento Regional	Planificación de la aplicabilidad de soluciones sostenibles en las pequeñas poblaciones en Andalucía, definiendo los costes de inversión y explotación de las mismas.	- Más de 700 EDARs - Cobertura del 82% de h-e.

Elaboración propia. Fuente: Plan Andaluz de I+D de Depuración para Pequeñas Poblaciones (1998).

5.4. Otras consideraciones sobre la Gestión del Agua Urbana en Andalucía

MODELOS DE GESTIÓN

El régimen de gestión utilizado mayoritariamente (en torno al 44% de las entidades locales) para el suministro de agua lo presta directamente la propia corporación municipal; la mayoría de los Ayuntamientos que están en esta situación no dispone de un órgano propio de gestión, sino que el servicio de aguas se engloba dentro del resto de los servicios municipales. La gestión realizada por sociedades públicas tiene también una presencia muy elevada (32% de los municipios que responden a la encuesta). Por su parte, empresas privadas gestionan el servicio en el 27 % de los municipios, y en otro 4% el servicio se presta por sociedades mixtas. Finalmente, el restante el 0,6% aproximadamente de los municipios declara que la gestión se realiza por medio de un consorcio de entidades locales (ver *tabla nº12*).

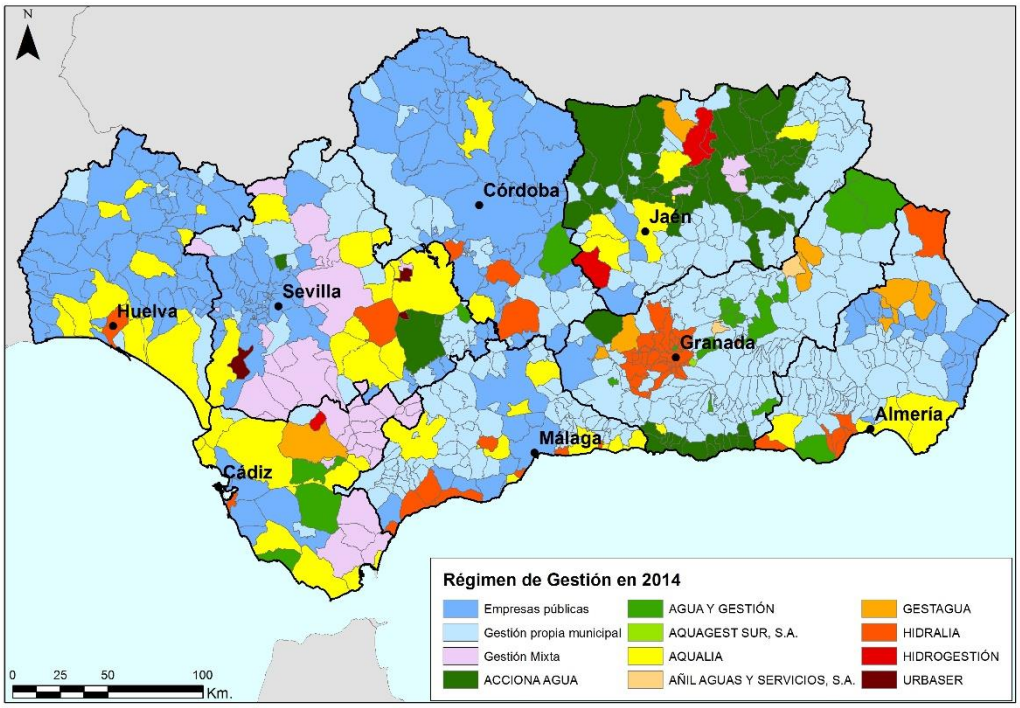
Tabla nº 12. Régimen de gestión del abastecimiento urbano en Andalucía en 2014

Fórmula de gestión	% de municipios	% de la población
Entidad local	43,96	**11,76**
Sociedades públicas	32,54	**55,82**
Empresas privadas	17,71	**27,55**
Sociedades mixtas	5,11	**4,69**
Consorcios	**0,65**	**0,16**

Elaboración propia. Fuente: Actualización de 2014 del Listado de empresas suministradoras por municipios y provincias. (CMAYOT). Enlace; y partir de los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias (DERA100).

Los resultados obtenidos a nivel autonómico del análisis exponen que para el año 2014 se contabilizan en Andalucía 38 grupos de empresas que suministran a los 762 municipios andaluces (ver *mapa nº15*).

Mapa nº15. Régimen de gestión del abastecimiento urbano de los municipios de Andalucía



Elaboración propia. Fuente: Actualización de 2014 del Listado de empresas suministradoras por municipios y provincias. (CMAYOT). Enlace; y partir de los Datos Espaciales de Referencia de Andalucía para escalas intermedias (DERA100).

Cabe incidir que las empresas AQUALIA, HIDRALIA y EMASESA dan servicio al 45,94% de la población andaluza y, en concreto, sólo AQUALIA a un 19'20% de la población y a un 11,48% del territorio. Únicamente otras dos empresas se acercan a esa ocupación territorial que son EMPROACSA con aproximadamente un 7,6% de la superficie total de Andalucía y 49 municipios servidos y ACCIONA AGUA con aproximadamente el 6,9% de la superficie total y 50 municipios servidos. No obstante, la población servida por estas dos últimas empresas es mucho menor que la servida por AQUALIA.

Asimismo, es significativa la presencia de importantes empresas de capital nacional o trasnacional en Andalucía gestionando municipios en varias provincias a la vez, como son AQUALIA, GESTAGUA y ACCIONA AGUA. Otras son filiales andaluzas de grupos nacionales como AQUAGEST SUR S.A. (perteneciente al grupo AGBAR). Por otro lado, destaca una que tiene un capital netamente andaluz que es el grupo AGUA Y GESTIÓN DE SERVICIOS AMBIENTALES, S.A.

Las empresas públicas son propias de municipios más grandes (32,5% de los municipios, 55,8% de la población). Por otra parte, el 27,5% de la población recibe el servicio prestado por una entidad privada y otro 4,6% por sociedades mixtas.

A pesar de la tendencia citada, y observando el *mapa nº12*, es muy importante mencionar que casi la mitad de los municipios andaluces (335 de 762), aquellos con un menor número de habitantes, son los que con más frecuencia gestionan directamente el suministro de agua, aunque sólo suponga la gestión del 11'7 % del total de población de Andalucía. La mayor parte de estos municipios están situados en la parte oriental de Andalucía y suelen tener menos de 20.000 habitantes.

Por último, es destacable, cuando se hace un estudio de las empresas suministradoras en nuestra comunidad autónoma, que en los últimos años ha habido una tendencia a la creación de grandes empresas a nivel provincial o a que las mayores empresas absorban a pequeños municipios que anteriormente gestionaban sus propios recursos directamente a escala local.

El debate sobre modelos de gestión, a favor o en contra de la privatización de servicios municipales de agua, que subyace a estos datos es de la mayor importancia, pues, desde una perspectiva favorable a la privatización, frecuentemente se asocia *gestión pública* con gestión ineficiente, opacidad administrativa y burocratismo, mientras se identifica *gestión privada* con mayores niveles de eficiencia, favorecida por los incentivos de la competencia, transparencia económica y mayor control de los usuarios en ejercicio de sus derechos como clientes. No obstante, existen argumentos que cuestionan los anteriores y defienden las ventajas de una *gestión pública modernizada y participativa*. Por una parte, hay numerosos ejemplos de gestión pública muy eficientes. (Del Moral, 2006).

En otro orden de cosas, la necesidad de usar una única red impone una fuerte rigidez al mercado, de manera que en realidad las empresas privadas sólo compiten por el contrato (competencia *por* el mercado y no *en* el mercado), estableciéndose a continuación un monopolio natural de largo plazo sin competencia. Por su parte, los acuerdos partenariado-público-privado (PPP) reducen el nivel de competencia real: aun manteniéndose una mayoría pública formal en la propiedad, se suele entregar el control de la gestión a la compañía privada, El derecho de confidencialidad que tienen las compañías privadas, en fin, crea opacidad y dificulta el control ciudadano, aun contando con instituciones reguladoras (Del Moral, 2006).

Sea cual sea el modelo de gestión que en cada lugar se asuma, deben garantizarse los *derechos sociales ciudadanos* de bienestar y cohesión social, por encima de criterios de rentabilidad mercantil. Más allá de que haya o no privatización, deben existir *instituciones públicas de regulación* que aseguren con eficacia la transparencia, incentiven la participación y el control ciudadano y garanticen los objetivos del servicio, por encima de intereses privados, políticos o burocráticos (Declaración Europea de la Nueva Cultura del Agua, 2005; Arrojo y otros, 2005).

COSTES, PRECIOS, ESTRUCTURA TARIFARIA, RESPONSABILIDAD Y EQUIDAD.

El precio de los servicios urbanos de agua es una tema muy sensible en el debate ciudadano. El coste de la totalidad del servicio del ciclo urbano del agua para una familia de cuatro miembros con un consumo de 15.000 litros al mes, es de 20-25 euros, IVA incluido, en una población con servicio moderno y tarifas medias. Cada miembro de esa familia-tipo de cuatro miembros consume y vierte 125 litros de agua al día, por los que paga 0,16-0,20 euros al día. Estas tarifas no resisten la comparación con las de ningún otro servicio básico, electricidad, gas, telefonía, etc. Y sin embargo la conflictividad alrededor de cualquier modificación de esos precios es alta, lo que refleja percepciones y valores sociales muy acendrados culturalmente. En realidad hasta hoy el agua en sí misma, como bien de dominio público, es gratis; lo que hace el precio comentado es trasladar, parcialmente, los costes de la amortización y mantenimiento de las infraestructuras y de operación del sistema. La Directiva Marco del Agua introduce el principio *de recuperación de costes*, incluyendo los costes ambientales y el valor de escasez (oportunidad), que deben aplicarse a partir de 2010. Esto, augura tendencias al alza de los precios del agua. (Del Moral, 2006).

En la configuración de las tarifas del agua se utilizan, de una manera muy generalizada, criterios ausentes en otros servicios. Por ejemplo, es general la existencia de una cuota fija y otra variable en función del consumo, al que de una manera muy generalizada se aplica una estructura de bloques con precios unitarios crecientes que penalizan los consumos elevados. Es frecuente también la existencia de bonificaciones y empiezan a aparecer sistemas tarifarios que aplican bonificaciones individualizadas por consumo eficiente (ver *tabla nº13*).

Tabla nº13. Estructura del consumo en el área de abastecimiento de EMASESA (2103 y previsto 2014).

2013	**2014**
Doméstico	**Doméstico**
Bonificado hasta 3 m³/hab. /mes ...9,695	Bonificado hasta 3 m³/hab. /mes…. 9,607
De 0 a 4 m³ /habitante /mes…….27,516	De 0 a 4 m³ /habitante /mes……....27,265
5º m³ /habitante /mes……..2,651	5º m³ /habitante /mes……..…. 2,627
más 5 m³ /habitante /mes……...4,047	más 5 m³ /habitante /mes…….…… 4,010
Industrial	**Industrial**
Nocturno……... 3,828	Nocturno……...…. 3,828
Cualquier consumo ……....11,091	Cualquier consumo..……...10,855
Oficial	**Oficial**
Cualquier consumo ……...1,808	Cualquier consumo…..…….....1,808
Total ……...60,636	**Total ……..…….60,000**

Fuente EMASESA, 2013.

La aprobación de las tarifas es responsabilidad de los Ayuntamientos. Debido a la competencia autonómica sobre *autorización de precios públicos*, cualquier propuesta de modificación debe de elevarse a la Comisión de Precios provincial o de Andalucía.

El Reglamento de suministro domiciliario de Andalucía ordena la concreción de una estructura tarifaria comprensiva de los diferentes aspectos del servicio y sometida a un régimen de aprobación administrativa y participativa. Efectivamente, la *gobernabilidad* en temas clave como la gestión de aguas,

cargados de significados sociales y éticos, exige la potenciación del control público y la participación ciudadana.

GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA URBANA EN ANDALUCÍA: RECURSOS

MINISTERIO DE SANIDAD, SERVICIOS SOCIALES E IGUALDAD:

- **Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo**, (recoge datos sobre las características de los abastecimientos y la calidad del agua de consumo humano que se suministra a la población española). Enlace

MINISTERIO DE ALIMENTACIÓN, AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE:

- **Plan Nacional de Calidad de las Aguas, Saneamiento y Depuración 2007-2015**. Enlace
- **Manual para la implantación de sistemas de depuración para pequeñas poblaciones**. Enlace

CONSEJERÍA DE MEDIOAMBIENTE:

- **Inventario de las presas y embalses de abastecimiento andaluces.** Enlace.
- **Mapa Límites Sistemas Supramunicipales para la gestión integral del ciclo del agua urbana.** Enlace
- **Mapa de Red de Infraestructuras de Abastecimiento en Andalucía.** Enlace.

- **Estrategia de Saneamiento y Depuración de aguas residuales en Andalucía**. Enlace
- **Estrategia de Reutilización de las aguas residuales en Andalucía**. Enlace
- **Manual de tecnologías no convencionales para la depuración de aguas residuales**. Enlace

- **Empresas Suministradoras por municipios y provincias.** Enlace

REFERENCIAS Y DOCUMENTACIÓN

Bibliografía

- AEMS Ríos con vida (2006): *Impactos ambientales de las presas de Alcalá del Río y Cantillana sobre las comunidades acuáticas del Bajo Guadalquivir,* Enlace.
- Arizpe, D., Mendes, A., y Rabaça, J., (2010): *Áreas de riberas sostenibles: una guía para su gestión*, Generalitat Valenciana. Enlace.
- Arrojo, P. y otros (2005): *Lo público y lo privado en la gestión del agua. Experiencias y reflexiones para el siglo XXI*, Ediciones del Oriente y del Mediterráneo, Madrid.
- Capel Molina, J.J., (1981): *Los climas de España*, Ed., Oikos-Tau.
- Cano García, G., (2002): *Conocer Andalucía [gran Enciclopedia Andaluza del Siglo Xxi]. Andalucía Moderna y Contemporánea: de la Conquista Castellana a la Actualidad*. Vol. III. Sevilla, España. Tartessos. ISBN 84-7663-065-4.
- Del Moral Ituarte, L., (2006): *Los abastecimientos urbanos de agua en Andalucía: prioridad social y responsabilidad ciudadana., en El agua en la pintura andaluza. Realidades del agua en Andalucia, Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente, Sevilla, pp. 473-485. I.S.B.N. 978-84-96776-14-2*
- Díaz del Olmo, F., Romero Valiente J.M., (1987): *Relieve y planteamiento físico en Andalucía*, Universidad de Sevilla.
- EMASESA (2013): *Expediente de tarifas año 2014*, Sevilla.
- Figueroa Abrio, A., (2011): *La integración de la planificación urbanística y la gestión del agua: una aproximación general en Andalucía*
- Fundación Nueva Cultura del Agua (2005): *Declaración Europea por una Nueva Cultura del Agua.*
- Fundación Nueva Cultura del Agua (s/f): *Guía Nueva Cultura del Agua*. Enlace.
- García García, A. (2.002): *Potenciales de la rehabilitación de cursos fluviales en el marco de los nuevos modelos urbanos. El ejemplo del arroyo Tagarete en Sevilla*, III Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación de Aguas. Enlace.
- González Rojas, D., (2.011): *Más allá de la gestión integral en la recuperación de espacios fluviales urbanos*.
- Instituto Geológico y Minero (s/f): *El agua subterránea en Andalucía*, Enlace.
- Instituto Tecnológico Geominero de España; Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía; Consejería de Trabajo e Industria de la Junta de Andalucía (1998): *Atlas Hidrogeológico de Andalucía,* Enlace.
- Olcina Cantos, J. (en prensa): "Cambio climático y gestión de riesgos", del Moral Ituarte, L., Arrojo Agudo, P. (coord.), *El agua. Perspectiva ecosistemica y gestión integrada*, Univ. de Sevilla, Sevilla.
- Vera, J.A. (1994): *Geología de Andalucía*, Enseñanza de las Ciencias de la Tierra, 1994. (2.2 y 2.3) I.S.S.N.: 1132-9157. Enlace.
- Sánchez Trigo, M. ª C., (2000): *Influencia del relieve en la hidrología y erosión de una cuenca de montaña*, Tesis Doctoral- Universidad de Córdoba, Enlace.
- UNESCO (2009): *Integrated Urban Water Management: Arid and Semi-Arid Regions*, Edited by Larry W. Mays,
- Universidad Complutense de Madrid (s/f): *Aspectos Ambientales, Intervención Humana en Ríos y Lagos,* Enlace.
- Universidad de Sevilla, Pita López, M.F., Pedregal Mateos, B., y otros (2010): Tercer Informe de Desarrollo Territorial de Andalucía (IDTA).
- University of East Anglia Climatic Research Unit; Jones, P.D.; Harris, I. (2013): CRU TS3.21: Climatic Research Unit (CRU) Time-Series (TS) Version 3.21 of High Resolution Gridded Data of Month-by-month Variation in Climate (Jan. 1901- Dec. 2012). NCAS British Atmospheric

Data Centre, 24th September 2013. doi:10.5285/D0E1585D-3417-485F-87AE-4FCECF10A992. Enlace.
- WWF España (2012): *Retos para Salvar el Guadalquivir: Propuestas de WWF*, Enlace.
- Zoido Naranjo, F., y Fernández Salinas, V., (1.996): *Las relaciones ciudad-río en Andalucía. Estudio de su evolución reciente a partir del planeamiento urbanístico y territorial*, Ponencia de las Jornadas de Geografía Urbana, Alicante, 1995.
- Zoido, F., (2000): *Diccionario de geografía urbana, urbanismo y ordenación del territorio*. Barcelona, España, Ariel, 406 p. ISBN 8434405199

Normativas

- Directiva 2.000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2.000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- Directiva 2.007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 23 de octubre de 2007 relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.
- Decreto 120/1991, de 11 de junio, por el que se aprueba el Reglamento del Suministro Domiciliario de Agua.
- Ley 29/1.985, de 2 de agosto, de Aguas (vigente hasta el 25 de julio de 2.001), BOE nº 189, 8 de agosto de 1985.
- Ley 2/1989, de 18 de julio, por la que se aprueba el Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía
- Ley 11/2.005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, BOE nº 149, 23 de junio de 2.005.
- Ley 7/2.002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía, BOJA nº 154, 31 diciembre de 2.002.
- Ley 4/2.010, de 8 de junio, de Aguas de la Comunidad Autónoma de Andalucía, BOJA nº 121, 22 de junio de 2.010.
- Real Decreto Legislativo 1/2.001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas, BOE nº 176, 24 de julio de 2001.

Documentación CA Andalucía

Junta de Andalucía/Consejería de Gobernación (1991): *Manual de suministro de agua domiciliaria,* Enlace.

Junta de Andalucía/Consejería de Fomento y Vivienda (1998): *Análisis del Medio Físico del Área Metropolitana de Sevilla*, ISBN: 84-8095-061-7, Enlace.

Junta de Andalucía/Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del territorio:

1998- *Plan Andaluz de I+D de Depuración para Pequeñas Poblaciones*.
2002- *Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces,* Enlace
2006- Situación del abastecimiento domiciliario de agua en Andalucía. Informe del Defensor del Pueblo Andaluz, Enlace.
2007- *Planes de Sequía, Guadalete-Barbate, Tinto-Odiel-Piedras, Mediterráneo y Guadalquivir,* Enlace.
2007- Agencia Andaluza del Agua: *Análisis Prospectivo Andalucía 2020, El agua en Andalucía*, Centro de Estudios Andaluces. Enlace
2007- Agencia Andaluza del Agua: *Manual de tecnologías no convencionales para la depuración de aguas residuales*, Enlace.
2009- *Programas de sensibilización y participación Acuíferos del Poniente, Programa de apoyo para la protección-regeneración de los acuíferos del sur de Sierra Gádor-Campo de Dalías,* Enlace.
2010- *Acuerdo Andaluz por el Agua*, Enlace.
2009- *Programas de sensibilización y participación Acuíferos del Poniente, Programa de apoyo para la protección-regeneración de los acuíferos del sur de Sierra Gádor-Campo de Dalías,* Enlace.
2012- *Evaluación preliminar del riesgo de inundaciones en Andalucía,* Enlace

s/f- *Demarcaciones Intracomunitarias y documentos de planificación 2009-2015*, Enlace.
s/f- *Contextualización geológica de Andalucía: una aproximación a la geodiversidad andaluza,* Enlace
s/f- *Caracterización climática de Andalucía, y Cambio Climático.* Enlace
s/f - *Agencia del Agua y Medioambiente de Andalucía*, Enlace

Documentación Administración Central

Gobierno de España/ Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente:

2007- Plan Nacional de Calidad de las Aguas, Saneamiento y Depuración 2007-2015, Enlace.
2010- Evaluación preliminar del riesgo de inundación de la Demarcación Hidrográfica del Segura, Enlace.
2012- Evaluación preliminar del riesgo de inundación de la Demarcación Hidrográfica del Guadiana en su parte española, Enlace.
2013- Evaluación preliminar del riesgo de inundación de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir, Enlace.
2014- Plan Hidrológico del Guadalquivir, Enlace.
2013- Plan Hidrológico del Guadiana, Enlace.
2013- Plan de Sequía de la cuenca del Guadiana, Enlace.
2014- Plan Hidrológico del Segura, Enlace.

Gobierno de España/Ministerio de la Presidencia:

2008- Texto Refundido de la Ley 2/2008 de Suelo. Enlace

A.2. MARCO SOCIO-INSTITUCIONAL DEL CICLO URBANO DEL AGUA EN ANDALUCÍA.

A.2.1. INTRODUCCIÓN: DEFINICIONES, CONCEPTOS Y OBJETIVOS.
A.2.2. ESCALA UNIVERSAL DERECHO HUMANO AL AGUA.
A.2.3. ESCALA DE LA UNIÓN EUROPEA.
A.2.4. ESCALA ESTATAL.
A.2.5. CUENCAS (DEMARCACIONES) HIDROGRÁFICAS.
A.2.6. AGUA Y PLANEAMIENTO URBANÍSTICO.
A.2.7. ESCALA AUTONÓMICA.
A.2.8. ESCALA LOCAL/MUNICIPAL.

Volver al índice

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN: DEFINICIONES, CONCEPTOS Y OBJETIVOS 3

2. ESCALA UNIVERSAL DERECHO HUMANO AL AGUA 5

3. ESCALA DE LA UNIÓN EUROPEA 6

3.1. Normativa referida al ciclo del agua
3.2. Normativa no directamente referida al ciclo del agua

4. ESCALA ESTATAL 9

4.1. Legislación básica
4.2. Dominio público hidráulico
4.3. Normativa referida a la planificación hidrológica
4.4. Normativa sanitaria de calidad
4.5. Normativa de calidad ambiental
4.6. Código técnico de la edificación (CTE)
4.7. Normativa sobre competencias municipales
4.8. Normativa de tarifación
4.9. Reutilización de aguas depuradas
4.10. Reutilización de aguas pluviales y grises
4.11. Normativa no directamente referida al ciclo del agua

5. CUENCAS (DEMARCACIONES) HIDROGRÁFICAS 21

6. AGUA Y PLANEAMIENTO URBANÍSTICO 25

7. ESCALA AUTONÓMICA 28

8. ESCALA LOCAL/MUNICIPAL 32

8.1. Reglamento de prestación del servicio de abastecimiento y saneamiento
8.2. Indicadores de gestión del ciclo urbano del agua

1. Introducción: definiciones, conceptos y objetivos

En este trabajo, entendemos por "marco institucional", adoptando una perspectiva tanto sociológica como jurídica, el entramado de normas y reglas que definen los objetivos y condiciones normativos en los que se inserta el ciclo urbano del agua y los roles, derechos, deberes y funciones de los agentes sociales que participan en el mismo. Las instituciones condicionan y encuadran qué agentes sociales participan o son afectados por el desarrollo del ciclo del agua, pero, al mismo tiempo, son construidas y modificadas por la dinámica social en la que estos agentes intervienen.

Las normas pueden ser formales (leyes, decretos, reglamentos, instrucciones…) o informales (reglas o pautas de conductas institucionalizadas que regulan las preferencias y comportamientos de los agentes sociales). Cada uno de estos tipos de instituciones es de naturaleza muy distinta, tiene contenidos y requiere enfoques diferentes. Las normas formales tienen una dimensión jurídica y/o administrativa; se presentan en documentos escritos y están sometidas a unos protocolos de elaboración, promulgación, aplicación, control y recurso. Las instituciones informales, por su parte, se sitúan en la esfera de las realidades socio-culturales, antropológicas y políticas. Algunas de estas instituciones informales son significativas por sí mismas; otras lo son porque contribuyen a explicar por qué las instituciones formales funcionan o no funcionan, se aplican o no se aplican, se cumplen o se incumplen (a veces, masivamente). Por ejemplo, un conocimiento detallado de la Ley de Aguas y todos sus reglamentos no permite ni entender ni explicar por qué en Andalucía casi la mitad de la superficie de regadío (más de 500.000 has de un total de más de 1.150.000 has) son ilegales. Como un buen conocimiento de la Ley del Suelo y sus reglamentos no permiten ni entender ni explicar adecuadamente por qué en Andalucía existen más de 500.000 viviendas fuera de ordenación.

Este es el motivo de no reducir el análisis del marco institucional al mundo de lo jurídico-administrativo formal. Un enfoque integrado del ciclo socio-hidrológico del agua urbana, que aspira a ir más allá de formalismos, soluciones estándar y genéricas; que aspira a análisis contextualizados, situados en la realidad, con propuestas adaptadas a las necesidades y potencialidades reales, requiere datos, informaciones y conocimientos lo más sólidos y reales posible.

Las normas se generan a diferentes escalas, desde las más globales hasta las que se producen y se refieren específicamente a ámbitos muy concretos y reducidos. Todas ellas, sin embargo, pueden afectar significativamente a las características de cada caso de estudio concreto. En Este documento se estructura con un criterio fundamentalmente escalar, aunque, por las interconexiones, complementariedades, solapamientos o incluso conflictividad entre las diferentes escalas, algunos temas se presentan de una manera transversal (interescalar).

El avance del estudio que aquí se presenta tiene un doble objetivo:

- Identificar la normativa imprescindible para la interpretación y la definición de las estrategias concretas de actuación en el caso de estudio que el proyecto AquaRiba tiene identificado: el Barrio de Las Huertas (Sevilla).
- Generar un modelo de análisis institucional para su incorporación en la guía metodológica de inserción del ciclo urbano del agua en las intervenciones urbanísticas que el proyecto tiene como objetivo elaborar.

En este avance del trabajo, prestamos especial atención al marco institucional que se refiere directamente a la temática abordada, es decir, al ciclo urbano del agua, que es amplia, muy compleja y de contenidos muy diferentes: desde las cuestiones de definiciones generales de derechos sobre el agua hasta las estructuras tarifarias más detalladas, o desde las condiciones ecológicas de los ecosistemas acuáticos, de los que el suministro depende, hasta las prácticas que regulan el mantenimiento de las instalaciones de presión en el interior de los edificios. Pero además de todo este bloque de normativa, identificamos otro bloque de normas que, sin referirse directamente al agua, condicionan las características de los sistemas, los problemas que se puedan identificar y las alternativas a los mismos que se puedan plantear (distribución de competencias administrativas, derechos ciudadanos a la información, marco legal de la defensa de los consumidores, etc.).

2. Escala global: derecho humano al agua y al saneamiento

Resolución núm. 64/292 de la Asamblea General de la Naciones Unidas, julio de 2010 sobre el derecho humano al agua y el saneamiento: declaración del agua potable como un derecho humano esencial para el pleno disfrute de la vida y de todos los derechos humanos.
A través de la Resolución 64/292, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que un agua potable limpia y el saneamiento son esenciales para la realización de todos los derechos humanos.

Para conocer el significado que tiene el derecho humano al agua y al saneamiento básico hay que recurrir también a la **Observación 15 del Comité de Derechos económicos sociales y culturales de Naciones Unidas de 2002.**

Carta Europea de Recursos Hídricos (REC 2001, Comité de Ministros del Consejo de Europa, 17 de Octubre de 2001).
Párrafo 5º: Toda persona tiene derecho a disponer de una cantidad de agua suficiente para atender sus necesidades básicas.

Iniciativa Ciudadana Europea "El derecho al agua y el saneamiento como derecho humano" (2013).

Propugna que la Unión Europea debe hacer realidad el derecho humano al agua, en la medida en que los servicios de agua y saneamiento se rigen por el Derecho Comunitario (como servicios de interés general). La UE debe promover la aplicación nacional de dicho derecho mediante el establecimiento de objetivos vinculantes para todos los Estados miembros, en el sentido de lograr una cobertura universal. A raíz de ella, se pone en marcha una iniciativa legislativa en el Parlamento Europeo.

Ley Orgánica 2/2007 de 19 de marzo, reforma del Estatuto de Autonomía de Andalucía, art. 10.3 apartado 14º objetivo de cohesión social y lucha contra la desigualdad y **Proyecto de Real Decreto sobre Garantía de Abastecimientos básicos en Andalucía (2013)**

El debate sobre el derecho humano al agua, y la realidad de su institucionalización en los procesos normativos anteriormente mencionados, ponen en evidencia el carácter especial del agua, como un elemento objetivamente imprescindible, generalmente insustituible y presente en todas las facetas de la

vida social (producción, mantenimiento de la vida, ocio, recreo…). Un elemento rodeado, al mismo tiempo, de percepciones y valores sociales con una fuerte carga cultural y emocional (cohesión e identidad colectiva, etc.). Dos dimensiones del agua de las que hay que partir, como telón de fondo sobre el que situar los análisis y propuestas técnicos, económicos y políticos concretos.

3. Escala de la Unión Europea

3.1. Normativa referida al Ciclo del Agua

Directiva 91/271/CEE del Consejo, de 21 de mayo de 1991, sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas.
Introduce la obligación de aplicación de tratamiento adecuado en todas las aglomeraciones urbanas europeas superiores a 2000 habitantes equivalentes antes del año 2005. Establece que el diseño, construcción y mantenimiento de los sistemas colectores deberá realizarse de acuerdo con los mejores conocimientos técnicos que no redunden en costes excesivos, en especial por lo que respecta a la restricción de la contaminación de las aguas receptoras por el desbordamiento de las aguas de tormenta.
Modificada por la Directiva 98/15/CE, que define los sistemas de recogida, tratamiento y vertido de las aguas residuales urbanas. Esta Directiva ha sido transpuesta a la normativa española por el R.D. Ley 11/1995, el R.D. 509/1996, que lo desarrolla, y el R.D. 2116/1998 que modifica el anterior.

Directiva Marco del Agua (DMA). Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de agua.

- El agua no es un bien comercial. Se destaca el carácter patrimonial del agua.
- El objetivo prioritario es la conservación o restauración del buen estado de los ecosistemas acuáticos.
- Especial protección de la calidad de las aguas de abastecimiento.
- Las presiones sobre los ecosistemas acuáticos derivados de actuaciones antrópicas se han de someter a rigurosas justificaciones y análisis económicos de coste-efectividad de las alternativas.
- Principio de recuperación de costes de los servicios del agua.
- Participación activa de los usuarios en los procesos de planificación.

La Directiva 2000/60/CE establece la obligación de aplicar las medidas orientadas a reducir progresivamente los vertidos, las emisiones y las pérdidas de las sustancias prioritarias (peligrosas) e interrumpir o suprimir gradualmente las emisiones, los vertidos y las pérdidas de sustancias peligrosas prioritarias.

Un/Otro aspectos fundamental que recoge esta normativa es la identificación (tipo y magnitud) de las presiones antropogénicas significativas a las que están expuestas las masas de agua, incluidas, obviamente, aquellas masas identificadas como fuentes de del abastecimiento para el consumo humano. También trata la contaminación significativa por fuentes puntuales, entre las que se encuentra los vertidos de aguas residuales urbanas y los de tormenta procedentes de poblaciones, zonas industriales, carreteras u otro tipo de estructuras, a través de aliviaderos y otras canalizaciones o conducciones.

Plan para salvaguardar los recursos hídricos de Europa propuesto por la Comisión Europea el 14 de noviembre de 2012 (COM (2012) 673 final) (*Blue Print*, 2012).
Documento de diagnóstico, orientaciones e impulso de la política de aguas europea. Parece reflejar, según solventes opiniones expertas (FNCA, 2013[1]), que la Comisión Europea suaviza el diagnóstico de los ecosistemas acuáticos europeos y no muestra suficiente firmeza en las propuestas frente a los Gobiernos y grupos de presión que contraponen empleo a protección ambiental. La DMA ha sido un hito legislativo muy importante en la Unión Europea, pero hace falta que también sea un instrumento de cambio real de las políticas y las aguas en los Estados miembros. Las instituciones comunitarias, y en especial la Comisión, han de velar por el efecto útil de esta Directiva y para ello no sólo ha de mantener el diálogo y la presión a los Estados a través de la Estrategia de aplicación común, según esta misma fuente, sino aproximarse más a las quejas y preocupaciones de sociedad civil a la que sirve.

Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.
Tiene como principal objetivo reducir el riesgo de estos fenómenos naturales, tanto en las cuencas de los ríos como en las zonas costeras, así como minimizar las consecuencias negativas para la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y las actividades económicas asociadas a tales inundaciones. La Directiva ha obligado a los Estados miembros a realizar una evaluación de riesgos en 2011, a preparar mapas con las zonas geográficas con mayor peligro de inundarse en 2013 y a diseñar planes de gestión de crisis para 2015.

Existe otra larga serie de directivas, de temática más específica que han sido incorporadas a la legislación española a través de instrumentos legales concretos. Algunas de las más significativas para nuestro tema son:

Directiva 76/464/CEE, de 4 de mayo, relativa a la contaminación causada por determinadas sustancias peligrosas vertidas en el medio acuático.

Directiva 98/83/CE, de 3 de noviembre de 1998, relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano.
Ha sido transpuesta a la legislación española a través del **Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero,** por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano, que se comenta con detalle más adelante.

Directiva 2008/105/CE, de 16 diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental (NCA) en el ámbito de la política de aguas.
Su objeto es establecer normas de calidad ambiental para las sustancias prioritarias y para otros contaminantes, con el objetivo de conseguir un buen estado químico de las aguas superficiales. Como complemento a la regulación establecida hasta la fecha en relación con el seguimiento del estado químico de las aguas, se ha adoptado la **Directiva 2009/90/CE, de 31 de julio de 2009**, por la que se establecen, de conformidad con la Directiva Marco del Agua, las especificaciones técnicas del análisis químí-

[1] http://www.elaguapotable.com/Documento%20de%20reflexion%20sobre%20la%20pol%C3%ADtica%20del%20agua%20en%20la%20Uni%C3%B3n%20Europea.pdf

co y del seguimiento del estado de las aguas. Ambas directivas han sido transpuestas a la legislación española por el **Real Decreto 60/2011, de 21 de enero.**

Recientemente, la CE ha lanzado una consulta sobre la revisión de la Directiva relativa al agua potable (DAP) donde Agua Pública Europea (APE) participa en el grupo de expertos y está en marcha la implementación de la Directiva sobre el tratamiento de las aguas residuales urbanas (DTARU).

3.2. Normativa no directamente referida al Ciclo del Agua

De carácter no directamente referido a la gestión del agua, pero con implicaciones en los procesos de diagnóstico de situaciones y definición de propuestas, destacan:

Directiva 2003/4/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 28 de enero de 2003, relativa al acceso del público a la información medioambiental.
Los Estados miembros velarán por que las autoridades públicas pongan a disposición de cualquier solicitante, sin que éste se vea obligado a hacer valer un interés determinado, la información en materia de medio ambiente que poseen o guardan por su cuenta.
También velarán para que:

- los funcionarios ayuden al público a tener acceso a la información buscada;
- las listas de las autoridades sean accesibles al público;
- pueda ejercerse realmente el derecho de acceso a la información medioambiental.

4. Escala estatal

4.1. Legislación básica

Ley de Aguas, 2001. Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, que aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA).
Modificada por el artículo 129 de la **Ley 62/2003 de medidas fiscales, administrativas y de orden social.**
Trasposición de la Directiva Marco del Agua (DMA) a la legislación española. Constituye una modificación del TRLA, por medio de la cual se incorpora (Transposición) al derecho español la Directiva Marco del Agua (DMA).
Esta transposición se hace de forma insuficiente, de tal manera que queda planteado lo que es, hasta la actualidad, el gran problema del ajuste de la política de aguas española al marco europeo: el conflicto entre una tradición basada en la oferta de recurso, por medio de la intervención infraestructural sobre el sistema hidrológico, y la orientación prioritaria de la DMA hacia la conservación o restauración de los ecosistemas acuáticos, en un contexto de análisis económicos rigurosos y participación pública activa, más allá de la tradición de hegemonía de los concesionarios agrícolas e hidroeléctricos que ha predominado en la política de aguas en España.

Fue modificada por el artículo 129 de la **Ley 62/2003 de medidas fiscales, administrativas y de orden social** y posteriormente Modificada por la **Ley 11/2005 de Modificación del Plan Hidrológico Nacional.**

La disposición final primera de esta ley modifica el texto refundido de la ley de aguas TRLA de 2001. Especialmente significativa es la nueva redacción del artículo 25, que plantea la necesidad de coordinar la planificación hidrológica con la territorial y urbanística con el fin de garantizar la aceptabilidad de las actuaciones sobre el dominio público hidráulico y la disponibilidad de agua para consumo humano en condiciones de cantidad y calidad adecuadas. El artículo mencionado incluye la exigencia de que el informe que las Confederaciones Hidrográficas deben emitir de manera preceptiva sobre los planes de ordenación territorial y urbanística, se pronuncie sobre la existencia o no de recursos suficientes para satisfacer las nuevas demandas derivadas de aquellos.

Real Decreto-Ley 4/2007, de 13 de abril, por el que se modifica el Texto Refundido de la Ley de Aguas.
Según esta normativa, las autorizaciones de vertido corresponderán a la Administración hidráulica competente, salvo en los casos de vertidos efectuados en cualquier punto de la red de alcantarillado o de colectores gestionados por las Administraciones autonómicas o locales o por entidades dependientes de las mismas, en los que la autorización corresponderá al órgano autonómico o local competente.

4.2. Dominio Público Hidráulico

Real Decreto 849/1986, de 11 de abril por el que se aprueba el Reglamento de Dominio Público Hidráulico (RDPH). Real Decreto 849/1986, de 11 de abril.
A los efectos que más interesan en este trabajo, el RDPH establece las normas aplicables al tratamiento de aguas residuales urbanas, a la gestión inundaciones y a los nuevos valores de los cauces fluviales[2].

Modificaciones:

RD 995/2000, de 2 de junio, por el que se fijan objetivos de calidad para determinadas sustancias contaminantes.
Se actualizan el Anejo I "Sustancias preferentes (peligrosas) y objetivos de calidad", el Anejo 2 "Métodos de medidas de referencias" y el Anejo 3 "Métodos de control".

RD 606/2003, de 23 de mayo, especialmente, por lo que se refiere a este trabajo, el capítulo II referente a los vertidos.

RD 9/2008, de 11 de enero, especialmente, por lo que se refiere a este trabajo, la incorporación de las determinaciones de la **Directiva 2007/60/CE relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación** y a la reconsideración del concepto de *cauce natural*. La nueva norma considera imprescindible que los cauces naturales se definan, no sólo a partir de criterios hidrológicos, sino atendiendo también a otras características, como las geomorfológicas, las ecológicas y teniendo en cuenta las referencias históricas disponibles.

RD 1290/2012, de 7 de septiembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas.
Regula el tratamiento de aguas de tormentas e introduce la necesidad de laminación de las mismas (pensando en los tanques de tormentas) para evitar desbordamientos de sistemas de saneamiento.

[2] http://www.boe.es/boe/dias/2012/09/20/pdfs/BOE-A-2012-11779.pdf

- Nuevo art. 246.2.e: La declaración de vertido para la solicitud de una autorización de vertido también contendrá documentación técnica que desarrolle y justifique adecuadamente las características de la red de saneamiento y los sistemas de aliviaderos, y las medidas, obras e instalaciones previstas para limitar la contaminación por desbordamiento en episodios de lluvias.
- Nuevo art.246.3.c: Las solicitudes incluirán también el conjunto de medidas que comprendan estudios técnicos de detalle que, teniendo en cuenta el régimen de lluvias, las características de la cuenca vertiente, el diseño de la red de saneamiento, la naturaleza y características de las sustancias presentes en los desbordamientos de los sistemas de saneamiento en episodios de lluvia, y los objetivos medioambientales del medio receptor, definan las buenas prácticas y actuaciones básicas para maximizar el transporte de volúmenes hacia las estaciones depuradoras de aguas residuales y de escorrentía y reducir el impacto de los desbordamientos de los sistemas de saneamiento en episodios de lluvia.

Se fija un calendario para la incorporación en los sistemas de saneamiento de medidas para el control de desbordamiento de aguas de escorrentía.

Última modificación: **Real Decreto 670/2013, de 6 de septiembre, en materia de registro de aguas y criterios de valoración de daños al dominio público hidráulico.**
Plantea nuevos criterios de valoración de daños al DPH y normas de toma de muestras.

En noviembre de 2013, se presentó en las instituciones europeas (Comisión y Parlamento), el "**Informe sobre depuración en España**"[3] realizado por la Marea Azul del Sur y la Asociación Española de Operadores Públicos de Abastecimiento y Saneamiento (AEOPAS). Dicho informe describe la situación de nuestro país en materia de saneamiento y depuración, destacando los avances en esta materia desde la aprobación en el año 1995 del Plan Nacional de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales. Aun así, a España le queda mucho por hacer para poder cumplir con el objetivo marcado por la Unión Europea a través de la Directiva 91/271/CE.

4.3. Normativa referida a la Planificación Hidrológica

Reglamento de la Planificación Hidrológica (Real Decreto 907/2007, de 6 de julio) e Instrucción de la Planificación Hidrológica (Orden ARM 2656/2008 de 10 de septiembre).
Entre otras cuestiones de interés para la ordenación del ciclo urbano del agua, el Reglamento y, con mayor detalle, la Instrucción definen los estándares de referencia para las dotaciones según características de la población, las garantías y los niveles de eficiencia (ratio de agua no facturada sobre agua suministrada total) que deben alcanzar los sistemas.

Tabla 1. Dotaciones de agua suministrada en litros por habitante y día. Población permanente

Población abastecida por el sistema (municipio, área metropolitana, etc.)	Valor de referencia	Rango admisible
Menos de 50.000	340	180-640
De 50.000 a 100.000	330	180-570
De 100.000 a 500.000	280	180-490
Más de 500.000	270	180-340

[3] Informe sobre depuración en España: http://www.ecologistasenaccion.es/IMG/pdf/depuracion.pdf

Tabla 2. Dotaciones de consumo doméstico en litros por habitante y día. Población permanente

Población abastecida por el sistema (municipio, área metropolitana, etc.)	Valor de referencia	Rango admisible
Menos de 50.000	180	100-330
De 50.000 a 100.000	180	100-270
De 100.000 a 500.000	140	100-190
Más de 500.000	140	100-160

Tabla 1 y 2. Fuente: Instrucciones de Planificación Hidrológica. Orden ARM 2656/2008, Anexo IV, Dotaciones.

Es interesante e instructivo comparar estas dotaciones con las que establecía las **Instrucciones técnicas complementarias de la Planificación Hidrológica de 1992,** que dieron/establecieron criterios al ciclo de planificación anterior, antes de la promulgación de la Directiva Marco del Agua.

Tabla 3. Dotaciones máximas en litros por habitante y día (*)

Primer horizonte año 2002			
Población permanente abastecida por el sistema (municipio, área metropolitana, etc.)	Actividad industrial comercial		
	Alta	Media	Baja
Más de 10.000	270	240	210
De 10.000 a 50.000	300	270	240
De 50.000 a 250.000	350	310	280
Más de 250.000	410	370	330

Segundo horizonte año 2012			
Población permanente abastecida por el sistema (municipio, área metropolitana, etc.)	Actividad industrial comercial		
	Alta	Media	Baja
Más de 10.000	280	250	220
De 10.000 a 50.000	310	280	250
De 50.000 a 250.000	360	330	300
Más de 250.000	410	380	350

(*) Estas dotaciones incluyen las pérdidas en conducciones, depósitos y distribución. Se retienen, por tanto, al punto de captación o salida de embalses, es decir, o volúmenes suministrados.

Fuente: Orden de 24 de septiembre de 1992 por la que se aprueba las instrucciones y recomendaciones técnicas complementarias para la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuencas intercomunitarias

Como muestran los cuadros anteriores, las Instrucciones de 1992 establecen dotaciones (litros/hab.día) de referencia para distintas poblaciones según número de habitantes. Estas dotaciones son mucho mayores y crecientes en las Instrucciones de 1992 (a mayor número de habitantes, mayor dotación *per cápita*) y mucho menores y decrecientes (a más población, menor dotación *per cápita*) en las de 2008, en las que se ha cambiado la perspectiva de las demandas urbanas. Tampoco se plantea en las de 2008 la perspectiva de incremento de las dotaciones en el tiempo que tenían las de 1992.
Por otro lado, como curiosidad, las del 2008 distingue entre dotaciones generales y para uso doméstico.

Las Instrucciones no entran en el tema de los bloques de facturación, sobre los que no existe normativa orientadora, salvo la que, en el ámbito autonómico, establece la **Ley de Andalucía**, que más adelante comentamos.

4.4. Normativa Sanitaria de Calidad

Los requisitos de la Directiva 98/83/CEE, han sido transpuestos a la legislación española por el **Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.** Última modificación del 11 de octubre 2013
La publicación de la **Directiva 98/83/CE, de 3 de noviembre de 1998**, exigió la incorporación de la misma al derecho interno español con la elaboración de un nuevo texto que recogiera las nuevas especificaciones de carácter científico y técnico.

En cuanto al **control de calidad, s**e fijan parámetros y valores paramétricos a cumplir en el punto donde se pone el agua de consumo humano a disposición del consumidor (es decir, el punto en el cual surge de los grifos que son utilizados habitualmente para el consumo humano) para las aguas suministradas a través de una red de distribución, dentro de los locales, establecimientos públicos o privados y domicilios particulares (art. 6 a).

El control de la calidad del agua de consumo humano engloba los siguientes apartados:
a) Autocontrol del agua de consumo humano.
b) Vigilancia sanitaria.
c) Control del agua en grifo del consumidor.

El **autocontrol** de la calidad del agua de consumo humano es responsabilidad del gestor de cada una de las partes del abastecimiento y velará para que uno o varios laboratorios realicen los análisis correspondientes. La **vigilancia sanitaria** del agua de consumo humano es responsabilidad de la autoridad sanitaria, quien velará para que se realicen inspecciones sanitarias periódicas del abastecimiento. Para las aguas de consumo humano suministradas a través de una red de distribución pública o privada, el municipio, o en su defecto otra entidad de ámbito local, tomará las medidas necesarias para garantizar la realización del **control de la calidad del agua en el grifo del consumidor** y la elaboración periódica de un informe sobre los resultados obtenidos que incluyen: a) Olor, b) Sabor, c) Color, d) Turbidez, e) Conductividad, f) pH, g) Amonio, h) Bacterias coliformes, i) «Escherichia coli» (E. coli), j) Cobre, cromo, níquel, hierro, plomo u otro parámetro: cuando se sospeche que la instalación interior tiene este tipo de material instalado, k) Cloro libre residual y/o cloro combinado residual: cuando se utilice cloro o sus derivados para el tratamiento de potabilización del agua (art. 20.1).

Situaciones excepcionales: En determinadas condiciones, se podrán conceder excepciones, cuando el suministro de agua en el abastecimiento no pueda mantenerse por ningún otro medio razonable y siempre y cuando no haya un riesgo potencial para la salud de la población.
Las decisiones sobre el control de la calidad del agua de consumo humano, así como la adopción de medidas correctoras ante los incumplimientos detectados, se ejecutarán en el nivel local, en virtud de las competencias atribuidas a los entes locales en la Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local, siguiendo las indicaciones de la administración sanitaria autonómica competente y contando con su asesoramiento.

Información: Los consumidores deberán recibir información suficiente y oportuna de la calidad del agua de consumo humano, situaciones de excepción, medidas correctoras y preventivas, así como de todos aquellos aspectos que afecten al abastecimiento y que puedan implicar un riesgo para la salud de la población. El Ministerio de Sanidad y Consumo establece un sistema de información denominado

Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo (SINAC). El gestor, el municipio y la autoridad sanitaria velarán para que los datos generados en el autocontrol, vigilancia sanitaria o control en grifo del consumidor, estén recogidos en el SINAC.

Captación del agua: Los organismos de cuenca y las Administraciones hidráulicas de las comunidades autónomas facilitarán periódicamente a la autoridad sanitaria y al gestor los resultados analíticos del agua destinada a la producción de agua de consumo humano, de los parámetros descritos por el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica y de toda aquella legislación que le sea de aplicación (art.7.2).

Depósitos: El gestor de los depósitos públicos o privados de la red de abastecimiento o la red de distribución, (cisternas), y el propietario de los depósitos de instalaciones interiores, vigilará de forma regular la situación de la estructura, elementos de cierre, valvulería, canalizaciones e instalación en general, realizando de forma periódica la limpieza de los mismos, con productos que cumplan lo señalado en el artículo 9. La limpieza deberá tener una función de desincrustación y desinfección, seguida de un aclarado con agua (art.11.4).

Existen dudas acerca de la responsabilidad legal sobre **equipos de presión**, en relación con su localización antes o después de los contadores. En cualquier caso, la normativa establece claramente que la responsabilidad sobre la calidad es de la entidad abastecedora "en el grifo del consumidor".

Muestreo de instalaciones interiores: La autoridad sanitaria velará para que la administración local, antes del 1 de enero del 2012, muestree el agua de consumo humano, en campañas periódicas, en locales, establecimientos públicos o privados y domicilios particulares, representativos de cada abastecimiento, construidos con anterioridad a 1980, con especial atención a la determinación de los parámetros relacionados con los materiales instalados en las instalaciones interiores y aquellos relacionados con el mal mantenimiento de la instalación interior que pudieran representar un riesgo para la salud.

Tratamientos: Las sustancias utilizadas en el tratamiento de potabilización del agua y productos de construcción instalados en el abastecimiento y en las instalaciones interiores pueden afectar a la calidad y salubridad de la misma. Por ello, y sin perjuicio de lo previsto en esta norma, se regularán por normativa específica.

En diferentes **anexo**s se regula específicamente: los parámetros y valores paramétricos; las sustancias destinadas al tratamiento del agua de consumo humano; los laboratorios de control de la calidad del agua de consumo humano; los métodos de ensayos; el número mínimo de muestras, las sustancias utilizadas en el tratamiento de potabilización; los productos de construcción en contacto con agua de consumo humano; y las declaraciones de situaciones de excepción.

Artículo 2. A los efectos de esta disposición se entenderá por:
1. Agua de consumo humano:
a) Todas aquellas aguas, ya sea en su estado original, ya sea después del tratamiento, utilizadas para beber, cocinar, preparar alimentos, higiene personal y para otros usos domésticos, sea cual fuere su origen e independientemente de que se suministren al consumidor, a través de redes de distribución públicas o privadas, de cisternas, de depósitos públicos o privados.
b) Todas aquellas aguas utilizadas en la industria alimentaria para fines de fabricación, tratamiento, conservación o comercialización de productos o sustancias destinadas al consumo humano, así como a las utilizadas en la limpieza de las superficies, objetos y materiales que puedan estar en contacto con los alimentos.
c) Todas aquellas aguas suministradas para consumo humano como parte de una actividad comercial o pública, con independencia del volumen medio diario de agua suministrado.

Artículo 5. Criterios de calidad del agua de consumo humano.
El agua de consumo humano deberá ser salubre y limpia.
A efectos de este Real Decreto, un agua de consumo humano será salubre y limpia cuando no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia, en una cantidad o concentración que pueda suponer un riesgo para la salud humana, y cumpla con los requisitos especificados en las partes A y B del anexo I.
Artículo 6. Punto de cumplimiento de los criterios de calidad del agua de consumo humano.
El agua de consumo humano que se pone a disposición del consumidor deberá cumplir los requisitos de calidad señalados en esta disposición, en los siguientes puntos:
a) El punto en el cual surge de los grifos que son utilizados habitualmente para el consumo humano, para las aguas suministradas a través de una red de distribución, dentro de los locales, establecimientos públicos o privados y domicilios particulares.
b) El punto en que se pone a disposición del consumidor, para las aguas suministradas a partir de una cisterna, de depósitos móviles públicos y privados.
c) El punto en que son utilizadas en la empresa, para las aguas utilizadas en la industria alimentaria.

4.5. Normativa de Calidad Ambiental

Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.
Tiene como finalidad transponer todos los aspectos contenidos en la Directiva 2008/105/CE, de 16 diciembre de 2008, relativa a las normas de calidad ambiental (NCA). Asimismo, incorpora los requisitos técnicos sobre análisis químicos establecidos en la Directiva 2009/90/CE, de 31 de julio de 2009, es decir, los criterios mínimos que se deberán aplicar a los métodos de análisis para el seguimiento del estado de las aguas, sedimentos y seres vivos, así como las normas dirigidas a demostrar la calidad de los resultados analíticos. De este modo, ambos textos legislativos quedan incorporados al ordenamiento interno español.

4.6. Código Técnico de la Edificación (CTE)

Real Decreto 314/2006, de 17 de marzo, por el que se aprueba el Código Técnico de la Edificación.
Última modificación conforme a la **Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas.** Sus contenidos más significativos en relación con el suministro de agua son:

13.1. Exigencia básica HS 1: Protección frente a la humedad
Se limitará el *riesgo* previsible de presencia inadecuada de agua o humedad en el interior de los *edificios* y en sus *cerramientos* como consecuencia del agua procedente de precipitaciones atmosféricas, de escorrentías, del terreno o de condensaciones, disponiendo medios que impidan su penetración o, en su caso, permitan su evacuación sin producción de daños.

13.4. Exigencia básica HS 4: Suministro de agua
1. Los edificios dispondrán de medios adecuados para suministrar al equipamiento higiénico previsto agua apta para el consumo de forma sostenible, aportando caudales suficientes para su funcionamiento, sin alteración de las propiedades de aptitud para el consumo e impidiendo los posibles retornos que

puedan contaminar la red, incorporando medios que permitan el ahorro y el control del caudal del agua.
2. Los equipos de producción de agua caliente dotados de sistemas de acumulación y los puntos terminales de utilización tendrán unas características tales que eviten el desarrollo de gérmenes patógenos.

13.5. Exigencia básica HS 5: Evacuación de aguas
Los *edificios* dispondrán de medios adecuados para extraer las aguas residuales generadas en ellos de forma independiente o conjunta con las precipitaciones atmosféricas y con las escorrentías.

15.4. Exigencia básica HE 4: Contribución solar mínima de agua caliente sanitaria
En los *edificios* con previsión de demanda de agua caliente sanitaria o de climatización de piscina cubierta, en los que así se establezca en este CTE, una parte de las necesidades energéticas térmicas derivadas de esa demanda se cubrirá mediante la incorporación en los mismos de sistemas de captación, almacenamiento y utilización de energía solar de baja temperatura adecuada a la radiación solar global de su emplazamiento y a la demanda de agua caliente del edificio o de la piscina. Los valores derivados de esta exigencia básica tendrán la consideración de mínimos, sin perjuicio de valores que puedan ser establecidos por las administraciones competentes y que contribuyan a la sostenibilidad, atendiendo a las características propias de su localización y ámbito territorial.

4.7. Normativa sobre Competencias Municipales sobre el Ciclo Urbano del Agua

Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local.

- Art. 25. El Municipio ejercerá en todo caso competencias, en los términos de la legislación del Estado y de las Comunidades Autónomas en las siguientes materias: 1) Suministro de agua y alumbrado público; servicios de limpieza viaria, de recogida y tratamiento de residuos, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.
- Art. 26. Los Municipios por sí o asociados deberán prestar "en todo caso" los servicios siguientes: a) En todos los Municipios: Alumbrado público, cementerio, recogida de residuos, limpieza viaria, abastecimiento domiciliario de agua potable, alcantarillado, acceso a los núcleos de población, pavimentación de las vías públicas y control de alimentos y bebidas.

Es modificada por la **Ley 57/2003 de 16 de diciembre de Medidas para la Modernización del Gobierno Local.**

Ley 27/2013, de 27 de diciembre de racionalización y sostenibilidad de la Administración Local, 2014.
Se trata de una normativa de carácter económico, destinada al control de endeudamiento. Distingue entre competencias propias e impropias de las autoridades locales (Ayuntamientos y Diputaciones). Para la valoración de los niveles de desempeño de tales competencias, por parte de las administraciones locales, se establece el criterio de *coste efectivo*, cuya metodología de formulación se encuentra en desarrollo. El desempeño de los servicios por parte de empresas privadas se valorará en base a las tarifas del servicio.

4.8. Normativa de Tarifación

No existe una normativa que regule la estructura de la tarifación (distribución en cuota fija y variable, conexiones, bloque de progresividad, etc.) ni los precios. Estos aspectos se establecen a escala local (ver más adelante).

Ley 58/2003, de 17 de diciembre, General Tributaria.
Define las *tasas* son como los tributos cuyo hecho imponible consiste en la utilización privativa o el aprovechamiento especial del dominio público, la prestación de servicios o la realización de actividades en régimen de derecho público que se refieran, afecten o beneficien de modo particular al obligado tributario, cuando los servicios o actividades no sean de solicitud o recepción voluntaria para los obligados tributarios o no se presten o realicen por el sector privado.

Ley 2/2011, de 4 de marzo, de Economía Sostenible.
Hasta 1999: Se consideraba *tasa* si había gestión directa por parte de la Administración y *precio privado* si se hacía en régimen concesional e incluso en régimen de economía mixta.
Desde 1999 hasta 2011: En virtud de la sentencia 185 de 1995 del Tribunal Constitucional, la Ley 25/98, en su disposición transitoria 2ª, apartado 1 y posteriormente consagrado por la Ley General Tributaria de 2003, en el párrafo 2º del artículo 2.2.a) determinan que el cobro del agua debe ser en todo caso a través de una *tasa,* cuando -literalmente señala-**: "Se entenderá que los servicios se prestan o las actividades se realizan en régimen de derecho público cuando se lleven a cabo mediante cualquiera de las formas previstas en la legislación administrativa para la gestión del servicio público y su titularidad corresponda a un ente público."**
Quedaba claro: el servicio de abastecimiento de agua es siempre de titularidad pública y se gestiona en cualquiera de las formas previstas en la legislación administrativa (incluso en concesión a un privado), luego le era de aplicación el régimen de TASA.
Desde 2011 hasta hoy: La Ley 2/2011 de Economía Sostenible SUPRIME el párrafo 2º del artículo 2.2.a) de la LGT, con lo que volvemos al *status quo* anterior, esto es, como señala el informe de la Dirección General de Tributos de 26 de 2011, se establece un criterio diferenciador para distinguir entre *tasa* y *tarifa* (entendida esta como *precio privado*) en base a la condición del ente gestor de los servicios: si un ente gestor gestiona directamente debía exigir una *tasa*. Por el contrario, si la entidad que gestiona el servicio público es una sociedad privada municipal o una empresa privada a través de un contrato administrativo, estamos ante ingresos de derecho privado intervenidos administrativamente, esto es, conceptuados como *tarifa*.
El debate actual se sitúa en que, si lo que los usuarios pagan por el agua son precios públicos, el servicio se puede cortar. Si fueran *tasas*, como nadie discute que sea el alcantarillado, el servicio pese a las incidencias de pago que se pudieran presentar, no se puede cortar. Se tiene que reclamar el pago por vía ejecutiva.
Actualmente, las empresas privadas presentan sus tarifas como *precios públicos* y las públicas como *tasas*.

4.9. Reutilización de aguas depuradas

Ley de Aguas, 2001. Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, que aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA). También trata el tema de las aguas depuradas siendo modificada en determinados artículos por la **Ley 11/2005, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional («B.O.E.» 23** junio) quedando de la siguiente manera:

Capítulo III De la reutilización de aguas depuradas. Artículo 109. Régimen jurídico de la reutilización.
1. El Gobierno establecerá las condiciones básicas para la reutilización de las aguas, precisando la calidad exigible a las aguas depuradas según los usos previstos. El titular de la concesión o autorización deberá sufragar los costes necesarios para adecuar la reutilización de las aguas a las exigencias de calidad vigentes en cada momento.
2. La reutilización de las aguas procedentes de un aprovechamiento requerirá concesión administrativa como norma general. Sin embargo, en el caso de que la reutilización fuese solicitada por el titular de una autorización de vertido de aguas ya depuradas, se requerirá solamente una autorización administrativa, en la cual se establecerán las condiciones necesarias complementarias de las recogidas en la previa autorización de vertido.
Se suprimen los apartados 3, 4 y 5 del artículo 109.

Real Decreto 1620/2007 que establece el régimen jurídico de la reutilización de las aguas depuradas.
El RD, en su artículo 2, define el concepto de **reutilización:**

- Reutilización de las aguas: aplicación, antes de su devolución al dominio público hidráulico y al marítimo terrestre para un nuevo uso privativo, de las aguas que, habiendo sido utilizadas por quien las derivó, se han sometido al proceso o procesos de depuración establecidos en la correspondiente autorización de vertido y a los necesarios para alcanzar la calidad requerida en función de los usos a que se van a destinar.

También introduce la denominación/definición de **aguas depuradas y regeneradas**, más acorde con las posibilidades de reutilización que la norma establece.

- Aguas depuradas: aguas residuales que han sido sometidas a un proceso de tratamiento que permita adecuar su calidad a la normativa de vertidos aplicable. (art.2 b).
- Aguas regeneradas: aguas residuales depuradas que, en su caso, han sido sometidas a un proceso de tratamiento adicional o complementario que permite adecuar su calidad al uso al que se destinan (art.2 c).

También determina los requisitos necesarios para llevar a cabo la actividad de utilización de aguas regeneradas, los procedimientos para obtener la concesión exigida en la ley así como disposiciones relativas a los usos admitidos y exigencias de calidad precisas en cada caso.

Se **prohíbe la reutilización** de aguas para los siguientes usos: a) consumo humano, salvo situaciones de declaración de catástrofe; b) usos propios de la industria alimentaria, salvo para el uso de aguas de proceso y limpieza; c) uso en instalaciones hospitalarias y otros usos similares; d) cultivo de moluscos filtradores en acuicultura; e) uso recreativo como agua de baño; f) uso en torres de refrigeración y condensadores evaporativos; g) uso en fuentes y láminas ornamentales en espacios públicos o interiores de edificios públicos; h) Para cualquier otro uso que la autoridad sanitaria o ambiental considere un riesgo para la salud de las personas o un perjuicio para el medio ambiente, cualquiera que sea el momento en el que se aprecie dicho riesgo o perjuicio.

En cuanto a los **usos admitidos para las aguas regeneradas**, se detallan en el Anexo II. (Tabla 4).

Tabla 4. Anexo II: Solicitud para obtener la concesión o autorización de reutilización de aguas.

Usos urbanos autorizados

USO AL QUE SE VA A DESTINAR EL AGUA REGENERADA	
USO URBANO	
Calidad 1.1. residencial	a) Riego de jardines privados b) Descarga de aparatos sanitarios
Calidad 1.2. servicios urbanos	a) Riego de zonas verdes urbanas (parques, campos deportivos y similares) b) Baldeo de calles c) Sistemas contra incendios d) Lavado industrial de vehículos

Fuente: R. D. 1620/2007, BOE núm. 294 (Sábado, 8 diciembre 2007)

El RD 1620/2007 incorpora dos anexos; el Anexo I recoge los criterios de calidad para la utilización de las aguas regeneradas según los usos. Estos criterios tendrán la consideración de mínimos obligatorios exigibles. Por su parte, el Anexo II, del que arriba se presenta un fragmento, contiene el modelo normalizado de solicitud que deben presentar quienes deseen obtener la concesión o autorización de reutilización de aguas depuradas.

Ver también **Estrategia andaluza de reutilización** en el apartado dedicado a normativa comunitaria.

4.10 Reutilización de aguas pluviales y grises

No existe normativa de la UE sobre aprovechamiento de aguas pluviales.

Tampoco existe normativa estatal, autonómica o local sobre criterios de calidad sanitaria para el aprovechamiento de aguas pluviales. Ni normativa estatal, autonómica o local sobre criterios de calidad sanitaria para la reutilización de aguas grises en edificios o espacios urbanos. A nivel autonómico, existe normativa específica para los Establecimientos Hoteleros (ver más adelante).

En el CTE no se contemplan las instalaciones de reutilización de aguas grises o de aprovechamiento de pluviales.

Documentos de referencia y consulta:

- Guía técnica de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios (AQUAESPAÑA, 2011)
- Guía española de recomendaciones sobre las aguas grises recicladas (AQUAESPAÑA, 2011)

Tabla 5. Coeficiente de escorrentía según el tipo de tejado

Tipo de Tejado	Coeficiente de escorrentía
Tejado duro inclinado	0,8 a 0,9
Tejado plano sin gravilla	0,8
Tejado plano con gravilla	0,6
Tejado verde	0,3 a 0,5
Superficie empedrada	0,5 a 0,8
Revestimiento asfáltico	0,8 a 0,9

Fuente: AQUAESPAÑA "Guía Técnica de Aprovechamiento de Aguas Pluviales en Edificios". Enlace

Es interesante comparar este cuadro de coeficientes de escorrentía con la del Arizmendi y la de la Guía para la Redacción de Proyectos de Urbanización (tabla 6 y 7 respectivamente):

Tabla 6. Coeficiente de escorrentía según las características de la superficie

Tipo y característica de la superficie				Coeficiente de escorrentía
Terreno natural	**Suelo granular con**	Vegetación densa con pendiente	<5%	**0,05…0,20**
			>5%	**0,20…0,35**
		Vegetación media con pendiente	<5%	**0,10…0,30**
			>5%	**0,30…0,50**
	Suelo arcilloso con	Vegetación densa con pendiente	<5%	**0,15…0,30**
			>5%	**0,30…0,50**
		Vegetación media con pendiente	<5%	**0,30…0,50**
			>5%	**0,50…0,75**
Superficie de	**Césped en suelo**	Arenoso con pendiente del	<2%	**0,05…0,10**
			2…7%	**0,10…0,15**
			>7%	**0,15…0,20**
		Arcilloso con pendiente	<2%	**0,13…0,17**
			2…7%	**0,18…0,22**
			>7%	**0,25…0,35**
	Pavimento de	Grava , desde limpia y suelta a arcillosa y compacta		**0,20…0,60**
		Adoquines o bloques	No rejuntados	**0,50…0,70**
			Rejuntados	**0,75…0,85**
		Hormigón o aglomerado asfáltico		**0,75…0,95**
	Cobertura de	Planas de baldosas cerámicas		**0,55…0,75**
		De fibrocemento y láminas asfálticas		**0,75…1,00**
Zonas mixtas urba-nizadas	**Libres**	Parques, jardines, campos deportes, cementerios		**0,10…0,35**
	Residenciales	Con chalés unifamiliares		**0,30…0,50**
		Con viviendas unifamiliares adosadas		**0,45…0,65**
		Con bloques de viviendas		**0,50…0,70**
		En manzanas cerradas		**0,65…0,85**
	Industriales	Con industria ligera		**0,50…0,80**
		Con industria pesada		**0,60…0,90**
	Adm-Comerciales	En centros especiales		**0,50…0,70**
		En casco urbano		**0,70…0,95**

Fuente: Arizmendi Barnes, L.J. 1991. Instalaciones Urbanas. Infraestructura y Planeamiento. Tomos I, II y III. Madrid: Editorial Bellisco (MBH).

Tabla 7. Coeficiente de escorrentía según la naturaleza de la superficie

Coeficiente de escorrentía				
Naturaleza de la superficie			Valores de C	
			MINIMO	MÁXIMO
Cubiertas de edificios			**0,70**	**0,95**
Pavimentos	Hormigón o asfalto		**0,85**	**0,90**
	Macadam bituminoso		**0,70**	**0,90**
	Macadam ordinario		**0,25**	**0,60**
	Graves gruesas		**0,15**	**0,30**
Superficies sin pavimento			**0,10**	**0,30**
Superficies mixtas	Zona industrial de una ciudad		**0,60**	**0,85**
	Zona residencial en bloques aislados de una ciudad		**0,40**	**0,60**
	Zona residenciales unifamiliares en el extranjero		**0,30**	**0,50**
	Zonas rurales		**0,10**	**0,25**
	Parques		**0,05**	**0,25**
Terreno granular		Pradera vegetal densa	**0,05**	**0,35**
		Vegetación tipo medio	**0,10**	**0,50**
Terreno arcilloso		Pradera vegetal densa	**0,15**	**0,50**
		Vegetación tipo medio	**0,35**	**0,70**

Fuente: Arizmendi Barnes, L.J. y otros. 2007. Guía para la Redacción de Proyectos de Urbanización. Tomos I y II. Madrid: CSCAE. (Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España).

Tabla 8. Producción estimada de aguas grises por tipos de edificios

Aplicación	Producción estimada
Viviendas	50-100 litros/persona/día
Hoteles	50-150 litros/persona/día
Compeljos deportivos	30-60 litros/persona/día

Fuente: AQUAESPAÑA “Guía técnica española de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios”, Enlace.

Tabla 9. Demanda estimada de aguas grises por tipos de usos

Aplicación	Producción estimada	Observación
Recarga de cisternas de inodoro	18-45 litros/persona/día	Es una de las aplicaciones más habituales
Riego de jardines	2-6 litros/m2/día	Variables en función del tipo vegetal y de la estación del año
Lavado de suelos en el interior	½ - 1 litro/m2/día	
Baldeo de pavimentos exteriores	2-6 litros/m2/día	
Lavado de vehículos	250 litros	Lavado de un turismo

Fuente: AQUAESPAÑA "Guía técnica española de recomendaciones para el reciclaje de aguas grises en edificios", Enlace.

4.11. Normativa no directamente referida al Ciclo del Agua

Ley 27/2006, de 18 de julio, por la que se regulan los derechos de acceso a la información, de participación pública y de acceso a la justicia en materia de medio ambiente.
(Incorpora las Directivas 2003/4/CE y 2003/35/CE).

Real Decreto Legislativo 1/2007, de 16 de noviembre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley General para la Defensa de los Consumidores y Usuarios y otras leyes complementarias.
Reemplazando a su antecesora, la Ley 26/84 de Defensa de los Consumidores (19/7/1984) contiene el reglamento de condiciones generales que se incluyan en contratos con consumidores (son personas físicas o jurídicas que adquieren, utilizan o disfrutan bienes y servicios como destinatarios finales). Tiene como novedad que regula las cláusulas abusivas, establece unas normas generales de lo que debe entenderse por cláusula abusiva, y enuncia una lista de cláusulas concretas que son abusivas.

5. Cuencas (demarcaciones) hidrográficas.

La planificación hidrológica es desarrollada por los organismos de cuenca: la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, en el caso de esta cuenca, y la actual Consejería de Medio Ambiente y Ordenación del Territorio, en el caso de las cuencas intracomunitarias: "Tinto, Odiel y Piedras", "Guadalete y Barbate", y "Cuencas Mediterráneas Andaluzas").

Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir

Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Guadalquivir (2013) R.D. 355/2013, de 17 de mayo.
http://www.chguadalquivir.es/opencms/portalchg/planHidrologicoDemarcacion/demarcacionGuadalquivir/primerCicloPlanificacion/planHidrologicoGuadalquivir2009-2015/planHidrologicoGuadalquivir2009-2015/

Demarcaciones Hidrográficas Intracomunitarias Andaluzas.

Reales Decretos RD 1329/2012, 1330/2012 y 1331/2012 por los que se aprueban los planes hidrológicos de las demarcaciones "Tinto, Odiel y Piedras", "Guadalete Barbate" y "Cuencas Mediterráneas Andaluzas" respectivamente (Boletín Oficial del Estado del 15 de septiembre del 2012).

Documentos definitivos del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de las Cuencas Mediterráneas Andaluzas. Enlace.

Documentos definitivos del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Tinto, Odiel y Piedras. Enlace

Documentos definitivos del Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica de Guadalete Barbate. Enlace

Los planes aplican y concretan, en cada una de las demarcaciones, los objetivos y procedimientos establecidos por la normativa europea (Directiva Marco del Agua) y la normativa estatal y comunitaria

(CCAA). Sus puntos de referencia más concretos son el Reglamento (2007) y la Instrucción de la Planificación Hidrológica (2008).

Tras el primer ciclo de planificación (2009-2015), entra en acción el segundo ciclo (2015-2021), comenzando por la evaluación de resultados y por la elaboración de un nuevo documento de objetivos denominado Esquema de Temas Importantes.

Además del proceso de planificación, los organismos de cuenca tienen la misión de aplicar el programa de medidas que se contienen en los planes, de controlar las actuaciones de los usuarios (Policía de Aguas) y de autorizar y llevar el registros de concesiones (Comisarias de Agua).

Gráfico 1. Principales etapas del segundo ciclo de planificación hidrológica (2015-2021)



Fuente: FULCRUM, Seguimiento de los Planes Hidrológicos de las Demarcaciones Hidrográficas del Guadalete-Barbate y del Tinto, Odiel y Piedras. Enlace

6. Agua y planeamiento urbanístico

En este punto, por el especial interés y por la imbricación de niveles administrativos, dejamos de lado la estructura escalar y presentamos una visión de conjunto interescalar.

La **Directiva Marco de Agua** al redefinir las bases de las políticas hidrológicas y abogar por la integración de las políticas sectoriales, supone el punto de partida para las posteriores normas que se han publicado, destacando la **modificación de la Ley de Aguas (TRLA 2001) por la Ley 11/2005 de modificación del Plan Hidrológico Nacional,** la **Ley 8/2.007 de Suelo, de 28 de mayo**, de suelo, el **Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía** y la **Ley de Aguas de Andalucía.**

Con respecto al enfoque de la legislación estatal de aguas sobre el planeamiento urbano, se constata una evolución importante desde la original Ley de Aguas 29/1985 hasta la modificación en 2005 del texto refundido de 2001. A grandes rasgos, la Ley de 1985 establece el deber de coordinación entre administraciones con competencias concurrentes, la necesidad de información y colaboración en los proyectos que las administraciones promueven, la coordinación con la planificación hidrológica, la consideración de las zonas inundables, la protección del dominio público hidráulico o la reservas de suelos para obras hidráulicas. En la última modificación (Ley 11/2005), se ha incluido la exigencia de que el informe que las Confederaciones Hidrográficas deben emitir sobre los planes de ordenación territorial y urbanística, se pronuncie sobre la adecuación de las intervenciones urbanísticas y territoriales a los criterios de protección del dominio público hidráulico y, de manera especial, a la existencia o no de recursos suficientes para satisfacer las nuevas demandas derivadas de aquéllos. De esta manera, en España, no puede haber legalmente suelo urbano sin la garantía de esos servicios.

La Ley de Aguas de Andalucía (Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía, BOJA 155, 9 de agosto 2010)

Supone un cambio sustancial con respecto a la Ley de Aguas estatal en lo que se refiere a la planificación urbanística, definiendo como una función propia de la Administración de Aguas de Andalucía el informe sobre los instrumentos de planeamiento urbanístico. Así, el artículo 45 de Ley de Aguas andaluza indica que "la Consejería competente en materia de agua deberá emitir informe sobre los actos y planes con incidencia en el territorio de las distintas Administraciones Públicas que afecten o se refieran al régimen y aprovechamiento de las aguas continentales, superficiales o subterráneas, a los perímetros de protección, a las zonas de salvaguarda de las masas de agua subterránea, a las zonas protegidas o a los usos permitidos en dominio público hidráulico y sus zonas de servidumbre y policía, teniendo en cuenta a estos efectos lo previsto en la planificación hidrológica y las planificaciones sectoriales aprobadas por el Consejo de Gobierno*"* (Ley 9/2010, de 30 de julio, de Aguas de Andalucía, BOJA 155, 9 de agosto 2010).

En el artículo 25, la Ley andaluza de aguas establece que, en los programas de medidas de los planes hidrológicos, "con carácter general no se podrán incluir actuaciones de canalización superficial o subterránea de cursos fluviales. Excepcionalmente, podrá acometerse la canalización cuando existan razones de interés público y quede acreditada la imposibilidad de mantener el cauce natural" (art. 25.6).

Ley de Ordenación Urbanística de Andalucía. Ley 7/2002, de 17 de diciembre, de Ordenación Urbanística de Andalucía (LOUA).

A pesar de introducir determinaciones para preservar los suelos asociados al dominio público hidráulico y las zonas inundables, la LOUA no ha desarrollado las suficientes herramientas para llevar a la práctica los principios inicialmente planteados en lo concerniente al modelo de ciudad. Es justo destacar que, desde la aprobación definitiva de la normativa, ha ido surgiendo una renovación de ideas en la actividad urbanística, como se refleja en el Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía 206/2006 (POTA), el cual plantea una serie de líneas estratégicas para la consecución desde el sistema de ciudades a la sostenibilidad global.

Plan de Ordenación del Territorio de Andalucía (POTA), 2006.

[90] Red hidrográfica [D].

1. La totalidad de los cauces fluviales, incluyendo las aguas y las zonas de protección de las márgenes establecidas en la Ley de Aguas constituyen un dominio público que, como tal, ha de ser identificado, reconocido y protegido. Las múltiples funciones ecológicas y territoriales de los ríos han de ser toma-

das en consideración de manera integrada. Junto a la protección del recurso agua y su calidad, es necesario proteger los propios espacios fluviales.
2. Desde la perspectiva de la ordenación del territorio y de las políticas activas dirigidas a la prevención y evitación de los procesos de deterioro que pueden afectar a este dominio público, las determinaciones del Plan consisten en:
a) La prioridad para culminar la delimitación y deslinde del dominio público hidráulico de los cauces fluviales andaluces.
b) El desarrollo de políticas dirigidas a la identificación y la prevención de los riesgos de avenidas e inundaciones.
c) La inclusión detallada de estas afecciones en el planeamiento territorial y urbanístico con el carácter de suelo no urbanizable de especial protección.
d) El fomento de las actuaciones dirigidas a la recuperación del dominio público afectado por ocupaciones de usos no legales con el objetivo principal de regenerar los ecosistemas de las riberas.
e) El desarrollo de políticas integradas de lucha contra la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas con el objetivo central de recuperar el buen estado de la calidad de las aguas.
...
h) El desarrollo de actuaciones de recuperación y mejora de los paisajes fluviales, tanto en los cauces urbanos, incluyendo la ordenación del uso público y recreativo, como en el medio rural, incorporando aquellos ecosistemas singulares derivados del aprovechamiento secular del agua a conservar.

Como ejemplo de la concreción de estas determinaciones en la escala subregional es de interés identificar los contenidos sobre estos temas del POTAUS.

Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (POTAUS), 2009.
Artículo 68. Red de drenaje y cuencas vertientes. (D)
1. Los instrumentos de planeamiento general considerarán las cuencas vertientes y sus principales cauces de forma integral, analizarán las repercusiones del modelo urbano previsto y de las transformaciones de usos propuestas sobre la red de drenaje y estimarán los riesgos potenciales, proponiendo la infraestructuras y medidas de prevención y corrección adecuadas para la minimización de los mismos.
2. Los instrumentos de planeamiento general incorporarán el deslinde del dominio público hidráulico y sus zonas de servidumbre y policía, que deberán ser clasificadas como suelos no urbanizables o como espacios libres de uso y disfrute público en los suelos urbanizables colindantes con los cauces definidos como Ejes fluviales en el sistema de espacios libres regulado en esta normativa.
3. Los cauces, riberas y márgenes, y sus funciones de evacuación de avenidas deben estar amparados por una definición de usos que garantice la persistencia de sus condiciones de evacuación, tanto por sus características estructurales como por su nivel de conservación y mantenimiento.
4. Los cauces que drenen suelos urbanizables deberán garantizar la evacuación de caudales correspondientes a avenidas de 500 años de retorno, conforme a la sección transversal que determine el Organismo de Cuenca.
5. Las infraestructuras de drenaje evitarán los embovedados y encauzamientos cerrados, favoreciendo la pervivencia de la identidad territorial, la función natural de los cauces y la conservación y mejora de la biodiversidad acuática y de las especies asociadas.
6. Las administraciones públicas competentes deberán abordar un programa de inversiones para eliminar los estrangulamientos derivados de actuaciones que hayan disminuido la sección del cauce. Siempre que sea posible, estas modificaciones tenderán a reponer los cauces abiertos que hayan sido objeto de transformación anterior mediante embovedados o cubriciones.

Memoria técnica para la evaluación del ciclo hidrológico del agua municipal en los planes generales de ordenación urbana. Agencia Andaluza del Agua, Consejería de Medio Ambiente (Borrador 3.2., Febrero 2009)
Este documento es de mucho interés. Plantea los contenidos a ser incluidos en los instrumentos de planeamiento general a los que hace referencia la Ley 7/2002 de Ordenación Urbanística de Andalucía, con objeto de hacer una evaluación integrada de las determinaciones del planeamiento sobre los elementos que conforman el Sistema Hidrológico-Hidráulico municipal, y poder así orientar el sentido de los informes preceptivos, a las propuestas de ordenación y mejora de dicho sistema.

7. Escala autonómica

Con el **Real Decreto 1132/1984, de 26 de marzo, sobre traspaso de funciones y servicios a la Comunidad Autónoma de Andalucía en materia de abastecimientos, saneamientos, encauzamientos, defensa de márgenes y regadíos,** se transfiere a la Comunidad Autónoma de Andalucía la facultad de ejercer las competencias de auxilio técnico y económico a las Corporaciones Locales para la prestación por éstas de los correspondientes **servicios públicos en materia de abastecimiento, saneamiento y depuración**, estableciendo la **Ley 7/1985, de 2 de abril, Reguladora de las Bases del Régimen Local**, la competencia exclusiva para los municipios del suministro de aguas, alcantarillado y tratamiento de aguas residuales.

En el **Decreto 47/2004 de Establecimientos Hoteleros** es especialmente interesante el Artículo 49 sobre requisitos de instalación de aguas grises, regeneradas y pluviales para hoteles y hoteles-apartamentos.

> Artículo 49. Requisitos de instalación de aguas grises, regeneradas y pluviales para hoteles y hoteles-apartamentos.
> 1. Los hoteles y los hoteles-apartamentos deberán estar dotados de instalación para la utilización de aguas regeneradas y pluviales para servicio de los inodoros y, en su caso, para las instalaciones de riego.
> 2. El suministro de este tipo de agua provendrá de la utilización de la red municipal de agua terciaria, en su caso, o de las aguas grises y pluviales debidamente filtradas y desinfectadas, siendo en este segundo caso responsabilidad de los titulares la desinfección de las instalaciones. En el diseño de la instalación de aguas grises o regeneradas se garantizará la imposibilidad de confundirla con la de agua potable así como la imposibilidad de contaminar el suministro de la misma. A tal efecto, ambas redes deberán ser totalmente independientes y fácilmente diferenciables por color y calidad de los materiales empleados en ellas.
> 3. Los referidos establecimientos hoteleros dispondrán de un depósito para el almacenamiento de sus propias aguas grises.
> 4. Asimismo, los hoteles y los hoteles-apartamentos dispondrán de un depósito para almacenamiento de las aguas pluviales recogidas en cubiertas que se destinarán al riego y a reserva para el sistema de protección contra incendios. El depósito tendrá una alimentación independiente desde la red municipal, sin que en ningún momento puedan juntarse las aguas de ambos orígenes.
> 5. En todo caso, los aljibes de agua potable y de agua de lluvia habrán de guardar la distancia suficiente con las redes de aguas negras para evitar cualquier tipo de contaminación.
> 6. Las instalaciones a las que se refieren los apartados anteriores deberán cumplir las determinaciones que establezcan la normativa sectorial y el ordenamiento urbanístico.

Se modificó más tarde con el **Decreto 492/2008 de modificación del Decreto 47/2004 de Establecimientos Hoteleros**.

Ley de Agua para Andalucía, 9/2010 de 30 de julio

Los articulos más significativos en relación al ciclo urbano dle agua son los siguientes: articulos 32, 33 (rendimiento redes), 34 (garantías prestación del servicio), capítulo II, Ordenación del territorio, art. 42, (informe vinculante), cartografía, 59 (zonificación riesgo inundación), 63 (planes especiales de sequía), arts. 72 y siguientes (canon de mejora).

"El cuidado del medio ambiente implica, la utilización racional de los recursos naturales y dentro de ellos es, sin duda, el agua el bien más relevante por su característica de medio indispensable para la vida, sustento mismo de la vida" (Ley 4/2010, pág. 1).

En referencia a la planificación hidrológica la Ley andaluza, está en sintonía con los principios básicos de la Directiva Marco del Agua. Se aprecia en ella una evolución hacia planteamientos de mayor respeto y defensa de los ríos y arroyos, así como al resto de los recursos naturales de la comunidad autónoma.

La sentencia de 16 de marzo de 2011 del Tribunal Constitucional, que deroga el art. 51 del Estatuto de Autonomía y devuelve las competencias sobre la gestión de la cuenca del Guadalquivir al Estado central, abre incertidumbres sobre la aplicación de la Ley Andaluza en el ámbito de esta cuenca en lo que se refiere a competencias no transferidas. La Ley se encuentra pendiente de texto refundido y del reglamento.

Este no es el caso de la regulación de los abastecimientos urbanos, por lo que uno de los contenidos de la Ley, el **canon de mejora** para la financiación de las inversiones de competencia autonómica en el ciclo integral del agua de uso urbano (depuración, fundamentalmente), se está aplicando. Sobre los recursos que la recaudación del canon viene generando y sobre su destino existe en la actualidad un importante debate. El canon de mejora tiene carácter progresivo en los usos domésticos, partiendo de un mínimo exento por vivienda para no gravar las necesidades más básicas. Con ello se pretende desincentivar y penalizar los usos que no responden al principio de utilización racional y solidaria, fomentándose así el ahorro del agua. Para la aplicación del canon esta Ley tiene en cuenta el número de personas por vivienda, introduciendo incrementos en los tramos de consumo que garantizan la equidad en el gravamen. El canon de mejora sujeta a gravamen las pérdidas de agua que signifiquen un uso ineficiente por las entidades suministradoras de agua de uso urbano.

La cuota variable del canon resulta de aplicar, una vez deducidos dos metros cúbicos por vivienda y mes como mínimo exento, la tarifa progresiva por tramos incluida en la siguiente tabla:

Tabla 10 Progresividad del canon de mejora en la Ley andaluza (2010).

Tipo		Euros/m3
Uso doméstico	Consumo entre 2 m^3 y 10 m^3/vivienda/mes	0,10
	Consumo superior a 10 hasta 18 m^3/vivienda/mes	0,20
	Consumo superior a 18m^3/vivienda/mes	0,60
Usos no domésticos	Consumo por m^3/mes	0,25
	Pérdidas en redes de abastecimiento	0,25

Fuente: Ley de Aguas de Andalucía, 2010, art.87

En el caso de que el número de personas por vivienda sea superior a cuatro, el límite superior de cada uno de los tramos de la tarifa progresiva se incrementará en tres metros cúbicos por cada persona adicional que conviva en la vivienda. Para la aplicación del tramo incrementado a que se refiere el párrafo anterior será requisito la solicitud del contribuyente, dirigida a la entidad suministradora, en la que deberá constar la acreditación de dichos extremos mediante certificación expedida por el ayuntamiento correspondiente o mediante cesión de la información, previa autorización de los interesados.

La tarifación por bloques progresivos en relación al consumo por vivienda, ponderado por el número de habitantes de la misma y los mecanismos para determinar este últimos extremo, se reproducen en las reglamentaciones locales y dan lugar a una importante controversia actualmente.

La Ley prevé un Observatorio cuya creación no ha cubierto todas las expectativas (información, participación pública, etc.) que había creado.

Artículo 17. El Observatorio del Agua, órgano colegiado, de carácter consultivo y de participación social, tendría las siguientes funciones:
a) La realización de estudios e informes sobre la planificación, la gestión del uso del agua y del dominio público hidráulico; demandas de agua para las distintas actividades económicas y técnicas para el uso eficiente de este recurso; recuperación de costes asociados a la gestión del agua e incidencia sobre la economía doméstica y las actividades económicas; objetivos ambientales y caudales ecológicos.
b) La elaboración de propuestas sobre estándares de calidad e indicadores de gestión, criterios técnicos y metodología de cuantificación de los rendimientos en las redes urbanas; estructura tarifaria de los servicios del agua; indicadores de desarrollo y evolución de las nuevas tecnologías del agua; medidas para la mejora de los rendimientos y eficiencia en todos los usos del agua.
c) El análisis de las incidencias derivadas del cumplimiento de los objetivos ambientales y sensibilidad del régimen de caudales ecológicos.

Como se ha comentado antes, el desarrollo reglamentario de la Ley no se ha hecho. La redacción de este reglamento podría ser una buena ocasión para abordar las insuficiencias del Reglamento del Suministro Domiciliario de Agua que data de 1991 (ver apartado específico más adelante)
Los recursos generados por el canon de mejora que la Ley crea se relacionan con el punto que a continuación se presenta:

Estrategia de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales en Andalucía[4] (año?)
La Consejería de Medio Ambiente tiene previsto invertir en materia de saneamiento y depuración de aguas 2.540 millones de euros hasta el año 2015, como contribución al nuevo Plan Nacional de Calidad de las Aguas 2007-2015, en el que se establecen convenios bilaterales con cada una de las distintas CC.AA., para alcanzar los nuevos objetivos planteados por la DMA.
La estrategia de la Junta de Andalucía aboga por un plan de saneamiento y depuración de aguas sostenible en todos los ámbitos: ambiental, social y territorialmente. En este nuevo enfoque prima la conservación ecológica de las masas de agua, en lugar de regenerar la calidad del agua en función de su uso posterior. La sostenibilidad planteada en esta estrategia repercute también en el ámbito económico y financiero.

[4] http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=5811a43806be3210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnextchannel=75b3e6f6301f4310VgnVCM2000000624e50aRCRD&lr=lang_es

Reglamento del Suministro Domiciliario de Agua en Andalucía. Decreto 120/1991, de la Consejería de Presidencia de la Junta de Andalucía.
De acuerdo con la Federación de Consumidores y Usuarios de Andalucía (FACUA), la aprobación en 1991 del texto reglamentario, pionero en España, constituyó un avance para garantizar el respeto de los derechos de los usuarios. La entrada en vigor del Reglamento supuso la obligatoriedad de la prestación del suministro por las entidades dentro del área de cobertura; la creación de un sistema estándar para la medida y facturación; la erradicación de los contadores comunitarios; el establecimiento de un sistema de verificación que garantice el buen funcionamiento de los equipos de medida; o la reducción de una estructura tarifaria comprensiva de los diferentes aspectos del servicio y sometida a un régimen de aprobación administrativa y participativa.
Desde entonces se ha desarrollado un intenso debate sobre sus limitaciones y la necesidad de su revisión y actualización a nuevas demandas. Algunos de estos debates se refieren a:
- *Cuota fija* o *de servicio*: es una cuantía fija que el abonado debe pagar por la disponibilidad del servicio, independientemente de que haga uso o no de él.
- *Cuota variable* o *de consumo*: es la cantidad que tiene que pagar de forma periódica y en función del consumo realizado. Existen distintos tipos de tarifas según la empresa suministradora:
- *Tarifa de bloques crecientes*: el consumo de agua se divide en bloques previamente establecidos a los que se le aplican precios cada vez más altos (en el uso doméstico el número de bloques no podrá ser superior a cuatro).
- La posibilidad y condiciones de desconexión (cortes) del servicio de determinados usuarios por parte de la entidad que realiza el servicio.
- Ausencia de regulación de las condiciones de presión.

Decreto 327/2012, de 10 de julio, por el que se modifican diversos Decretos para su adaptación a la normativa estatal de transposición de la Directiva de Servicios. (BOJA 137 de 13 de julio de 2012)

Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces (Junta de Andalucía, 2002)
La antropización del medio ha generado, en muchas ocasiones, un mayor riesgo frente a las avenidas e inundaciones, por lo que se hace necesario "un nuevo acercamiento de la sociedad a nuestros ríos, integrándolos en el planeamiento de nuestros pueblos y ciudades y en nuestras actividades socioeconómicas" (Junta de Andalucía, 2002, pág. 1). Con el objetivo de que las acciones antrópicas en general y la actividad urbanística en particular, reduzcan la presión sobre los cauces nace este plan el Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces en el año 2002, para que aun protegiéndose de las crecidas a las poblaciones colindantes, se recupere en lo posible las llanuras de inundación para usos compatibles con sus funciones ecológicas y de evacuación de avenidas. (Junta de Andalucía, 2002).

Estrategia de Reutilización de las Aguas Residuales en Andalucía (Marzo 2007)[5]
La Consejería de Medio Ambiente está analizando las potencialidades presentes y futuras de la reutilización de estas aguas así como los requerimientos técnicos y tecnológicos necesarios para ello. Los objetivos de esta estrategia, en el marco de/ en aras a contribuir a la mejora del estado ecológico de las masas de agua, son:

[5] http://www.juntadeandalucia.es/medioambiente/site/portalweb/menuitem.7e1cf46ddf59bb227a9ebe205510e1ca/?vgnextoid=facaa7ab49be3210VgnVCM1000001325e50aRCRD&vgnextchannel=c418566029b96310VgnVCM2000000624e50aRCRD&lr=lang_es

- Fomentar y promover el uso del agua regenerada para usos recreativos y agrícolas como fuente sustitutoria de agua de mayor calidad en zonas con alta demanda y escasa disponibilidad de recursos.
- Establecer los tipos de tratamiento terciario necesarios según el destino final del agua regenerada.
- Definir las líneas de financiación de las actuaciones propuestas.

Esta estrategia hace referencia al **Decreto 240/2005, de 2 de noviembre, por el que se regulan medidas excepcionales ante la situación de sequía en diversos municipios de Málaga,** aplicable al entorno metropolitano de Málaga y la Costa del Sol Occidental que ha permitido alcanzar tasas históricas en el uso de agua reciclada al prohibirse expresamente el uso de otros recursos para actividades turísticas (campos de golf) o recreativas (jardinería pública y privada).

Como normativa no directamente referido a la gestión del agua hay que mencionar el **Decreto 169/2014, de 9 de diciembre, por el que se establece el procedimiento de la Evaluación del Impacto en la Salud de la Comunidad Autónoma de Andalucía** (**BOJA de 15 de diciembre de 2014**).

Están sometidos a esta evaluación determinados planes y programas con incidencia en la salud elaborados por la Administración autonómica, diversos instrumentos de planeamiento y muchas actividades y obras que se recogen en el Anexo I del decreto. Entre las actividades y obras de competencia profesional del arquitecto figuran, como sometidas a EIS, determinadas obras vinculadas a la urbanización, como plantas de tratamiento de aguas residuales y de tratamiento y gestión de residuos, y estaciones de servicio con carburantes, parques zoológicos, crematorios, etc.

8. Escala local/municipal

8.1. Reglamento de Prestación del Servicio de Abastecimiento y Saneamiento

Reglamento de prestación del servicio de abastecimiento domiciliario de agua potable y otras actividades conexas al mismo (que afecta a los municipios de Alcalá de Guadaíra, Alcalá del Río, Camas, Coria del Río, Dos Hermanas, El Garrobo, La Puebla del Río, La Rinconada, Mairena del Alcor, San Juan de Aznalfarache y Sevilla). **EMASESA**

Estructura general del documento:

TITULO I.- NORMAS GENERALES

El objeto de este Reglamento es la regulación del servicio de abastecimiento domiciliario de agua potable en los términos municipales indicados, fijando las normas que han de regir las relaciones del usuario con la Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla S.A. (EMASESA), prestadora del servicio en los citados términos municipales, estableciendo tanto los derechos y obligaciones de cada una de las partes, como los aspectos técnicos, medio ambientales, económicos, sanitarios y contractuales propios del servicio.

En materia de precios y recaudación por los servicios prestados, se regirán por las disposiciones aprobadas por la **Normativa reguladora de las contraprestaciones económicas que debe percibir EMASESA por los servicios de abastecimiento domiciliario de agua potable, saneamiento (vertido y depuración) y otras actividades conexas a los mismos**.

Los Ayuntamientos citados pueden aprobar cuantas disposiciones resulten necesarias para la prestación del servicio, que tendrán, bien carácter complementario, bien de desarrollo de este Reglamento.

Normativa de referencia básica:

- Reglamento de Suministro Domiciliario de Agua de Andalucía.
- RD 314/06 Código Técnico de la Edificación (en adelante, CTE).
- RD 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
- Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento de EMASESA.

TITULO II.- PRESTACION DEL SERVICIO
CAPITULO I.- INSTALACIONES DEL ABASTECIMIENTO DE AGUA
SECCION 1ª – Acometidas
SECCION 2ª – Otros usos: contra incendios, riego, piscinas
SECCION 3ª – Características técnicas de las acometidas
SECCIÓN 4ª.- Ahorro en el consumo de agua mediante dispositivos adecuados.
SECCION 5ª.- Aprovechamiento de energía solar térmica para agua caliente sanitaria
SECCIÓN 6ª.- Prolongación de la Red
SECCION 7ª- Contadores
SECCION 8ª- Telelectura.
Capítulo II.- Instalaciones interiores
Capítulo III.- Contratación de suministros y fianzas
Capítulo IV.- Responsabilidades por incumplimiento y defraudaciones.

Reglamento regulador de prestación del servicio de saneamiento (vertido y depuración) que afecta a los municipios de Alcalá de Guadaíra, Alcalá del Río, Camas, Coria del Río, Dos Hermanas, El Garrobo, La Puebla del Río, La Rinconada, Mairena del Alcor, San Juan de Aznalfarache y Sevilla. **(EMASESA)**

Estructura general del documento:
TITULO I: NORMAS GENERALES
CAPITULO I, OBJETO, ALCANCE, AMBITO

El objeto de este Reglamento es la regulación del servicio de saneamiento (vertido y depuración) en los términos municipales mencionados, fijando las normas que han de regir las relaciones del usuario con la Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla, S.A. (EMASESA), prestadora del servicio, estableciendo tanto los derechos y obligaciones de cada una de las partes, como los aspectos técnicos, medio ambientales, económicos, sanitarios y contractuales propios del servicio.

La regulación del vertido a la red de alcantarillado y posterior depuración de las aguas tiene por finalidad:

a) Proteger el medio receptor de las aguas residuales, eliminando cualquier efecto pernicioso para la salud humana o el medio ambiente terrestre, acuático o atmosférico.

b) Conseguir los objetivos de calidad asignados a cada uno de estos medios.

c) Preservar la integridad y seguridad de las personas encargadas del mantenimiento de las infraestructuras de saneamiento, entendiéndose por tales las redes de alcantarillado municipales, colectores, emisarios, tanques de tormenta, instalaciones correctoras de contaminación, estaciones de bombeo, estaciones de pretratamiento y estaciones depuradoras de aguas residuales.

d) Proteger los sistemas de depuración de la entrada de aguas residuales no susceptibles de ser tratadas por los procedimientos de depuración de las Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (desde ahora EDARES) municipales o cuya entrada en las mismas determine un efecto perjudicial para los mismos.

e) Favorecer la reutilización de los fangos obtenidos en las instalaciones depuradoras de aguas residuales.

En materia de precios y recaudación por los servicios prestados, se regirán por las disposiciones aprobadas por la **Normativa reguladora de las contraprestaciones económicas que debe percibir EMASESA por los servicios de abastecimiento domiciliario de agua potable, saneamiento (vertido y depuración) y otras actividades conexas a los mismos**.

Los citados Ayuntamientos podrán aprobar cuantas disposiciones resulten necesarias para la prestación del servicio, que tendrán, bien carácter complementario, bien de desarrollo de este Reglamento.

Capitulo II.- Contenido y carácter público del servicio de saneamiento (vertido y depuración)
Titulo ii.- Prestación del servicio
Capítulo I.- Instalaciones
Sección 1ª – Acometidas
Sección 2ª.- Características técnicas de las acometidas e instalaciones interiores
Dimensionamiento de las acometidas de vertido
Instalaciones interiores de saneamiento.
Sección 3ª.- Prolongación de la Red
Capítulo II: Normas de vertidos

Pliego de Prescripciones Técnicas Generales, Aprobado en Comisión Ejecutiva el 23 julio 2012. Constituye un conjunto de instrucciones de obligado cumplimiento para el adjudicatario del contrato, que regula [sic] la redacción de los proyectos y/o la ejecución de las obras de EMASESA, recogiendo las condiciones técnicas normalizadas referentes a la ejecución y medición de las diferentes unidades de las mismas, así como las de los materiales a utilizar y, en general, cuantos aspectos han de regir en este tipo de obras [sic]. Su ámbito de aplicación, a excepción de todo lo que sea explícitamente modificado en los **Pliegos de Condiciones Técnicas Particulares**, será el de la totalidad de las obras licitadas por EMASESA. Así mismo, en todo cuanto pueda serle de aplicación, las prescripciones del presente Pliego deberán ser observadas en aquellas obras ejecutadas/licitadas por otras entidades o empresas ajenas a EMASESA, cuando dichas obras hayan de ser entregadas posteriormente a EMASESA para su conservación.

Parte I: Disposiciones generales
Parte II: Obra civil y conducciones
Parte III: Instalaciones y equipos

Especificaciones Técnicas para la Documentación Gráfica, 16 junio 2011.

Instrucciones Técnicas para Redes de Abastecimiento de EMASESA, publicadas en la sede electrónica. Aprobado por el Consejo de Administración de EMASESA el 21 octubre 2013.

Instrucciones Técnicas para Redes de Saneamiento de EMASESA, publicadas en la sede electrónica. Aprobado por el Consejo de Administración de EMASESA el 21 octubre 2013.

8.2. Indicadores de Gestión del Ciclo Urbano del Agua

Resolución de 27 de noviembre de 2006, de la Dirección Gerencia de la Agencia Andaluza del Agua, por la que se hace público el convenio de colaboración entre la Agencia Andaluza del Agua y el Consorcio Provincial de Aguas de Sevilla, para la coordinación y mejora de la gestión en infraestructuras de los servicios públicos del ciclo integral urbano del agua, en los ámbitos territoriales correspondientes de la provincia de Sevilla. Boletín Oficial de la Junta de Andalucía - número 238 de 12/12/2006
Anexo I: Requisitos y estándares de calidad mínimos: régimen económico, gestión de clientes, normativa sanitaria, autorizaciones ambientales, prevención de riesgos, indicadores financieros, cobertura y continuidad del servicio, sistemas de tratamiento, estándares e informaciones a facilitar sobre distribución.

A.3. RECURSOS PARA EL DISEÑO DE PROYECTOS.

A.3.1. PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN (PPI).

GESTIÓN INTEGRAL DE RECURSOS HÍDRICOS

- PPI-01/IHP: International hidrologic programme (Programa internacional de hidrología).
- PPI-02/EU-WATER: European commission water policies (Políticas de agua de la Comisión Europea).
- PPI-03/MELIA: Mediterranean dialogue on integrated water management (Diálogo mediterráneo en gestión integral del agua).
- PPI-04/NOVIWAM: Novel integrated water management system (Nuevos sistemas integrales de gestión del agua).
- PPI-05/SWAN: Sustainable water in action (Acción para el agua sostenible).

SOSTENIBILIDAD URBANA

- PPI-06/ECOCITY: Manual para el diseño de ecociudades en Europa

CICLO URBANO DEL AGUA

- PPI-07/IWA: Cities for the future programme (Programa ciudades para el futuro).
- PPI-08/WAND: Water cycle management of new developments (Gestión del ciclo del agua de nuevos desarrollos.
- PPI-09/SWITCH: Managing water for the city of the future (Gestión del agua para la ciudad del futuro).
- PPI-10/TRUST: Transition to the urban water services of the future (Transición a los servicios urbanos de agua del futuro).
- PPI-11/SANITAS: Sustainable and integrated urban water system (Sistemas urbanos de agua, integrales y sostenibles).
- PPI-12/AQUAENVEC: Evaluación y mejora de la eco-eficiencia del ciclo urbano del agua (LCC,LCA).

ABASTECIMIENTO DE AGUA

- PPI-13/WIZ: Waterize spatial planing (Planificación espacial para el agua).

AGUAS PLUVIALES

- PPI-14/DAY WATER: Day- water project.
- PPI-15/PREPARED: Prepared enabling change (Preparados para permitir el cambio).
- PPI-16/AQUAVAL: Gestión eficiente de agua de lluvia en entornos urbanos.

AGUAS RESIDUALES

- PPI-17/NAWATECH: Natural water systems and treatment technologies to cope with water shortages in urbanized areas in India (Sistemas acuáticos naturales y tecnologías de tratamiento para afrontar la escasez de agua en áreas urbanizadas en India.

Volver al índice

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-01/IHP

PROGRAMA HIDROLÓGICO INTERNACIONAL (IHP)

PHI-VII : DEPENDENCIAS DE LOS RECURSOS HÍDRICOS: SISTEMAS SOMETIDOS A ESTRÉS Y RESPUESTAS SOCIALES

COORDINACIÓN: UNESCO. Consejo Intergubernamental del IHP.

FINANCIACIÓN: UNESCO

ORGANIGRAMA:

- Secretaría Técnica PHI: UNESCO
- Instituto UNESCO-IHE para la Educación relativa al Agua
- Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP): 26 organismos adscritos.
- 9 oficinas regionales y multipaís de la UNESCO
- 18 Centros e institutos sobre recursos hídricos.
- 29 Cátedras UNESCO relacionadas con los recursos hídricos.

WEB Enlace

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

PHI es el programa intergubernamental de las Naciones Unidas dedicado a la investigación sobre el agua, la gestión de los recursos hídricos y la educación y la creación de capacidades.
La nueva fase del PHI continuará en su labor de promoción y coordinación de proyectos de investigación, educación y capacitación para la mejora de la gestión de los recursos hídricos. La finalidad de esta labor es ayudar a alcanzar los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) de las Naciones Unidas en materia de sostenibilidad del medio ambiente, abastecimiento de agua, saneamiento, seguridad alimentaria y mitigación de la pobreza.
Esta labor se realiza a través del desarrollo de 11 Programas, 2 transversales y 9 sectoriales y regionales.
Además desarrolla el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos (WWAP) (PPI_02).

Bases del proyecto: El trabajo de la UNESCO en el sector de los recursos hídricos descansa sobre tres pilares:

- la ciencia hidrológica para un asesoramiento pertinente para las políticas
- la educación y la creación de capacidades que respondan a las necesidades en aumento del desarrollo sostenible
- la evaluación y gestión de los recursos hídricos para lograr la sostenibilidad ambiental

Además la UNESCO lidera el World Water Assessment Programme (WWAP), donde coordina un grupo de 28 miembros que desarrollan anualmente el “World Water Development Report” (WWDR), y que también realizan un trabajo de monitorización sobre los recursos hídricos disponibles en el mundo.

Áreas de Investigación:

T.1. Adaptación a los efectos de los cambios mundiales en las cuencas fluviales y los sistemas de acuíferos
T.2. Mejorar la gestión de los recursos hídricos para la sostenibilidad
T.3. Ecohidrología para la sostenibilidad
T.4. El agua y los sistemas de sustento de la vida
T.5. La educación relativa al agua para el desarrollo sostenible

---

APORTACIONES A LA GIAU:

Líneas de trabajo:

- UWMP Urban Water Managment Programme.
- WHYMAP World-wide Hydrogeological Mapping and Assessment Programme
- G-WADI Water and Development Information for Arids Lands-A Global Network.
- T.4.3. Gestión sostenible de las aguas urbanas

Herramientas:

- Sistema Georeferenciado para la consulta de datos a tiempo real.
- Visualización de mapas de masas subterráneas de agua. WHYMAPS Aplications

Estudios de Caso:

Existen una gran cantidad de estudios de caso llevado a cabo en los cuatro WWDR publicados entre 2003 y 2012 por el WWAP.

Publicaciones:

Urban Water Series - UNESCO-IHP

Serie de publicaciones dirigidas al estudio del rol del agua en las ciudades y a los efectos de la urbanización en el ciclo hidrológico y los recursos de agua.

Otras publicaciones:

- Capacity building for ecological sanitation: concepts for ecologically sustainable sanitation in formal and continuing education. *GTZ, UNESCO. 2006*
- Water Conflicts: An analysis of the origins and nature of water-related unrest and conflicts in the urban context. *UNESCO-IHP Non Serial Publications in Hydrology. 2006*

Serie_Urban drainage in specific climates:

- Vol. III : Urban drainage in arid and semi-arid climates
- Guidelines on non-structural measures in urban flood management

Comentarios:

Es uno de los programas internacionales más importantes desarrollados a nivel global, que ha propiciado un entramado de relaciones entre los principales centros de investigación del mundo. Estas relaciones se generan a través de una estructura temática y de sub-programas que trabajan sobre todos los aspectos y ámbitos territoriales y climáticos relacionados con la gestión de los recursos hídricos (ver esquema).

Página web operativa en Junio de 2015.

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-02/EU-WATER

EUROPEAN COMISSIÓN WATER POLICIES

COORDINACIÓN:	Comisario Europeo de Medio Ambiente y Direcc. Gral de Medio Ambiente de la CE.
FINANCIACIÓN:	Comisión Europea (CE)
ORGANIGRAMA:	El programa es dirigido desde el departamento de Agua del Directorio C: Calidad de vida, agua y aires, de la Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea.
DURACIÓN:	2012- 2020 se prevé la aplicación del "Plan Rector de Protección de RRHH de Europa"
WEB	Enlace

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

Existen una gran cantidad de programas, proyectos y acciones que están siendo liderados y financiados desde la Unión Europea con el objetivo general de proteger los recursos hídricos y racionalizar el uso del agua. En este sentido, el "Plan Rector de Protección de RRHH de Europa" define las lagunas existentes y las prioridades futuras, además de proponer medidas que orienten el desarrollo de las políticas hídricas hasta 2020. Se basa en un análisis que integre la modelización económica y climática hasta el año 2050, con el objetivo de garantizar agua en cantidad y calidad suficientes para los usos necesarios.

Para ello se basa en tres pilares fundamentales:

- La huella hídrica.
- DMA y Planes de gestión de cuenca
- Revisión de la estrategia sobre escasez de agua y sequía.

Áreas de Trabajo:

- Huella Hídrica
- Gestión de Cuencas
- Gestión de riesgo de inundación
- Escasez de agua y sequía
- Agua Potable
- Aguas de baño
- Contaminación acuática
- Adaptación al cambio global.
- Cooperación para la innovación en agua
- Acciones europeas en agua.
- Eurobarómetro europeo del agua.

APORTACIONES A LA GIAU:

Líneas de trabajo:

- Gestión de riesgo de inundación: Programa de Acción y Directiva europea sobre Inundaciones.
- Escasez de agua y sequía: con especial relevancia en las regiones

del Sur. Destaca en este programa las actividades encaminadas a la eficiencia en el uso del agua en la edificación.
- Agua Potable: legislación, implementación y el abastecimiento a pequeñas poblaciones.
- Contaminación acuática.

Todo ello en el marco general de implementación de la DMA.

Recursos:
- Water Information System for Europe
- Floods Directive Viewer
- Glossary of terms related to Urban Waste Water

Estudios de Caso: --

Publicaciones:
- Water Performance of Buildings Study.
- Water Life Project
- Water Eurobarometers
- Guidance document and studies: wastewater.
- European Flood Action Programme: Key documents.
- Trated WasteWater reuse

Comentarios: Página web operativa en Junio de 2015

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-03/MELIA

MEDITERRANEAN DIALOGUE ON INTEGRATED WATER MANAGEMENT

DIÁLOGO MEDITERRÁNEO EN GESTIÓN INTEGRAL DEL AGUA

COORDINACIÓN:	WP0: Coordinación y gestión.
FINANCIACIÓN:	6º Programa Marco de la UE.
ORGANIGRAMA:	Los participantes pertenecen a 16 países de la Región Mediterránea así como a organizaciones internacionales. Entre ellos encontramos 24 grupos de investigación; 9 instituciones gubernamentales, 4 asociaciones de usuarios, 3 empresas, 3 ONGs y 3 organizaciones no gubernamentales. Por parte del estado español participan CSIC, Universidad de Córdoba, Universidad de Barcelona, Museo arqueológico de Cataluña, UPC y CENTA.
DURACIÓN:	2006-2011
WEB	Enlace

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto pretende estructurar el diálogo entre los actores afectados y responsables de la gestión del agua, tales como científicos, profesionales, responsables de la toma de decisiones técnicas y políticas, proveedores, educadores y ciudadanos. De este modo, algunos de los participantes tendrán experiencia en aspectos científicos, técnicos y socio-económicos, y otros serán organizaciones de base, entidades gestoras, grupos de empresas, usuarios de la agricultura y ONGs con experiencia en el día a día de los aspectos relativos a la gestión del agua, pudiendo conocer así las limitaciones de los sistemas actuales, las demandas existentes y las posibles bases de los conflictos futuros.

El proyecto pretende así crear las condiciones para proponer escenarios de consenso que promuevan la convergencia de las políticas de agua en la región Euro-Mediterránea.

Áreas de Trabajo:

WP0: Coordinación y gestión

WP1: Cultura del agua

WP2. Evaluación de las perspectivas tecnológicas en la gestión del agua.

WP3: Uso racional de los recursos de agua

WP4: Calidad del agua

WP5: Políticas de agua

WP6: Prevención y mitigación de los conflictos de agua.

Áreas transversales:

WP7: Gestión participativa y gobernanza del agua

WP8: Construcción del conocimiento

WP9: Conocimiento compartido,

WP10: Indicadores de sostenibilidad, sociales y de eficiencia.

WP11: Ejercicio exploratorio de evaluación comparativa -

Recomendaciones sobre la aplicación de la DMA.

APORTACIONES A LA GIAU

Líneas de trabajo: No se han encontrado líneas de trabajo específicamente dedicadas a la gestión del agua en las áreas urbanas.

Recursos: En la web podemos encontrar la documentación generada por el proyecto, localizada en las carpetas correspondientes a cada uno de los Work Package (WP).
También encontramos una librería de documentos en: Enlace

Estudios de Caso:

Publicaciones:

Comentarios: Página web operativa en Junio de 2015

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-04/NOVIWAM

NOVEL INTEGRATED WATER MANAGMENT SYSTEMS

NUEVOS SISTEMAS INTEGRALES DE GESTIÓN DEL AGUA

COORDINACIÓN:	Secretaría General de Medioambiente y Aguas de la Junta de Andalucía; CENTA.
FINANCIACIÓN:	7º FP_EU
ORGANIGRAMA:	Reúne cinco clústeres que representan a cinco regiones del Sur de Europa: Chipre, Albania, Poitou-Charentes (Francia), Andalucía (España) y la Región del Norte Hidrográfico de Portugal organizados cada uno dentro del modelo de la "triple hélice" (administración, universidad e industria). En Andalucía el clúster lo componen: Administración Pública: Agencia Andaluza del Conocimiento - Sc. Gral de Medioambiente y Aguas. JA. Universidad: - CENTA http://centa.es/ - G.I. Dinámica Fluvial e Hidrología. Univ. de Córdoba. - G.I. Dinámicas de flujos ambientales. Univ. de Granada Empresas: AYESA http://www.ayesa.com/
DURACIÓN:	Febrero de 2010 a Enero de 2013
WEB	Enlace http://centa.es/noviwam/

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto, desarrollado por 19 socios de las 5 regiones hasta Enero de 2013, tiene como objetivo establecer vínculos entre autoridades, investigadores y empresas del sector de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos (GIRH).

Para ello ha puesto en marcha una metodología cuyo primer paso ha sido caracterizar las regiones participantes a través de un análisis DAFO, realizado tras consultar a los agentes involucrados del sector complementado por la investigación de los propios socios del proyecto. Este análisis ha permitido obtener una imagen aproximada de la situación de los sistemas integrados de gestión del agua y de los agentes involucrados en cada región. A partir de este trabajo, se ha elaborado un Plan de Acción conjunto para el que se han identificado 11 objetivos principales y cinco acciones iniciales.

Objetivos generales:

- Facilitar la cooperación entre los componentes del modelo de la triple hélice.
- Llegar a ser una Red Internacional dirigida por la investigación a través de clústeres especializados en el agua.
- Desarrollar una agenda de investigación que proponga soluciones a las necesidades identificadas en las regiones participantes. 5 acciones de esa Agenda de investigación, priorizadas por las autoridades de gestión del agua

participantes en el proyecto, serán claramente definidas y promovidas por los socios del proyecto.

Áreas de Investigación: El Plan de Acción ha priorizado estas cinco acciones a realizar inicialmente:

1. Sistema Integral para el diagnóstico de las pérdidas en redes de distribución basados en GIS.
2. Desarrollo de modelos de predicción de la respuesta en áreas urbanas, a causa de episodios de tormentas.
3. Desarrollo de tecnologías para la evaluación in situ del estado ecológico de aguas a través de la recolección de datos fisico-químicos.
4. Evaluación y remediación de productos contaminantes emergentes.
5. Restauración de ríos como herramienta para la GIRH.

APORTACIONES A LA GIAU

Líneas de trabajo: Tendrá especial incidencia en la GIAU la puesta en marcha de las acciones 1 y 2 del Plan de Acción.

Recursos:

- WiMMed: (Watershed Integrated Management in Mediterranean Environments). Se trata de un modelo de gestión integral de cuencas especialmente dirigido en su formulación a la heterogeneidad de las cuencas mediterráneas.

Estudios de Caso: La cuenca del Guadalfeo, Málaga. Enlace

Publicaciones: Las conclusiones de cada una de las fases del Proyecto han sido publicadas, pudiendo encontrar en ellas aquellos estudios referidos a la región andaluza. Consideramos de interés para la GIAU en Andalucía:

- Informes de herramientas para la implementación de la DMA, impactos y cuestiones clave de la DMA y otras regulaciones en cada región.
- Análisis de necesidades de las compañías y otros usuarios finales

Comentarios: El proyecto está referido principalmente a la Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH), cuya escala de trabajo suele ser la de cuenca. No obstante, la participación de entidades andaluzas hace que encontremos en los informes y documentación capítulos que analizan específicamente la realidad de Andalucía.
Página web operativa en Junio 2015.

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-05/SWAN

SUSTAINABLE WATER IN ACTION

ACCIÓN PARA EL AGUA SOSTENIBLE

COORDINACIÓN:	Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS)
FINANCIACIÓN:	7º Programa Marco de Investigación y Desarrollo Tecnológico (FP7-INCOLAB-2011)
ORGANIGRAMA:	En el proyecto participan entidades de cinco países miembros (Bulgaria, Francia, Países Bajos, España y Reino Unido) y un equipo de la Universidad de Arizona, coordinadas por el Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS) de Francia. Este centro, en colaboración con la Universidad de Arizona, creó en 2008 el centro *UMI "Water, Environment and Public Policy"*, de cuya voluntad de expansión surge el actual Proyecto SWAN.
DURACIÓN:	Marzo 2011- Febrero 2016
WEB	Enlace https://swanproject.arizona.edu/

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto está enfocado a la creación de un centro de investigación del agua (*Sustainable Water Centre)* cuyo objetivo es el fortalecimiento de la cooperación científica entre Europa y EEUU en el ámbito de investigación de la gestión sostenible del agua.

Uno de sus objetivos iniciales del proyecto ha sido la integración de la perspectiva científica en los procesos de toma de decisiones políticas en cuestiones urbanas desde la perspectiva de la ciencia posnormal. En este sentido se pretende responder a la necesidad de enfoques multidisciplinares que combinen la visión de las ciencias físicas, naturales y sociales con la perspectiva de la gobernanza.

Para optimizar la cooperación de los distintos socios del proyecto, se han planteado tres temáticas principales que estructuran transversalmente las diferentes áreas de trabajo: Cambio Climático e Incertidumbre; Riesgos y Vulnerabilidad; Participación.

Áreas de Trabajo:

WP1: Base científica para la planificación del agua en la ciudad bajo el Cambio Climático.
WP2: Gobernanza para la sostenibilidad del agua: enfoque participativo.
WP3: EU-USA: factores explicativos del estrés hídrico, indicadores de cambio climático y modelado integral, y desarrollo de un análisis comparativo de las políticas de EU-USA.
WP4: Enfoque integral para la realización de la "agenda del agua urbana".
WP5: Visualización de la sostenibilidad en el agua.
WP6: Repensando la educación en la sostenibilidad del agua.
WP7: Por publicar.

APORTACIONES A LA GIAU

Líneas de trabajo: Todo el proyecto está centrado en aspectos relacionados con la gestión del ciclo urbano del agua, no obstante destacan por su carácter instrumental en relación a la planificación y el desarrollo de proyectos los WP:

- WP3: EU-USA: factores explicativos del estrés hídrico, indicadores de cambio climático y modelado integral, y desarrollo de un análisis comparativo de las políticas de EU-USA.
- WP4: Enfoque integral para la realización de la "agenda del agua urbana".

Recursos:

Estudios de Caso:

Publicaciones: El material publicado hasta la fecha como resultado de los encuentros realizados puede visualizarse en el siguiente link. https://swanproject.arizona.edu/activities/meetings-workshops

Comentarios: Página web operativa en Junio de 2015

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-06/ECOCITY

ECOCITY
MANUAL PARA EL DISEÑO DE ECOCIUDADES EN EUROPA

COORDINACIÓN:	University of Economy in Viena (WU Wien)
FINANCIACIÓN:	Quinto Programa de política y actuación en materia de medio ambiente y desarrollo sostenible de la Comisión Europea.
ORGANIGRAMA:	30 entidades participantes provenientes de 9 países europeos entre los que se encuentran universidades, consultoras y organismos municipales.
DURACIÓN:	Febrero 2002 – Febrero 2005
WEB	ecocity.szm.com Participantes españoles: enlace

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El Proyecto Ecocity, fue inicialmente diseñado para generar alternativas de transporte sostenible, pero fue ampliando su ámbito de reflexión y aplicación a lo largo de su desarrollo hasta convertirse en un programa integral de investigación sobre la sostenibilidad urbana en Europa.

Consistió en el desarrollo simultáneo de siete proyectos piloto en siete ciudades europeas con realidades muy diferentes, con el fin de dilucidar qué criterios y qué instrumentos comunes podían constituir la base de unas directrices europeas para el desarrollo de ciudades sostenibles.

El proyecto se desarrolló en **tres fases:**

- Fase 1: Marco conceptual y analítico.
- Fase 2: Conceptos para un modelo de asentamiento sostenible en ubicaciones específicas.
- Fase 3: Evaluación de los conceptos y conclusiones.

Estructura de organización del proyecto (grupos de trabajo):

- WG1: Planeamiento urbano.
- WG2: Transporte
- WG3: Energía
- WG4: Aspectos económicos y sociales.
- WG5: Implementación

APORTACIONES A LA GIAU

Líneas temáticas: No se desarrollaron líneas temáticas específicas en este sentido. No obstante se reconocen cuatro sectores de análisis e intervención:

1. Estructura Urbana
2. Transporte
3. **Flujos de energía y materiales:** dentro de estos flujos se considera de manera concreta el **AGUA.**
4. Aspectos socio-económicos.

Recursos:	Como resultado final del proyecto se realizaron los manuales del Proyecto Ecocity, (Libro 1 y Libro 2)
Estudios de Caso:	Siete proyectos piloto en siete ciudades europeas: - Trinitat Nova en Barcelona (España), Tübingen (Alemania), Umbertide (Italia), Tampere (Finlandia), Trnava (Eslovaquia), Gyor (Hungría), Bad Ischl (Austria).
Comentarios:	Página web operativa en Junio de 2015. Cabe destacar como aportaciones del proyecto el hecho de plantear los procesos de desarrollo urbano como procesos integrales, complejos y cíclicos. Esto supone la superación de planteamientos sectoriales en favor de otros más holísticos, la incorporación de la participación como proceso de intervención de abajo a arriba, y la identificación de las fases de mantenimiento y obsolescencia como parte del proceso.

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-07/IWA

CITIES FOR THE FUTURE PROGRAMME
PROGRAMA CIUDADES PARA EL FUTURO

COORDINACIÓN: International Water Association

FINANCIACIÓN: IWA

ORGANIGRAMA: Director: Paul Reiter. El programa es uno de los seis temas que desarrollados por la IWA.

DURACIÓN: Febrero 2002 – Febrero 2005

WEB Enlace

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El programa está enfocado hacia la temática de la seguridad del agua en las ciudades y en cómo el diseño urbano y la gestión del agua, pueden ser repensadas de cara a minimizar el consumo de los escasos recursos naturales y a incrementar la cobertura de los servicios de agua y saneamiento en los países en desarrollo.

Bases del proyecto:

- Corto Plazo: optimización del diseño y operación de los sistemas existentes en el espacio construido.
- Medio Plazo: implementación de nuevos sistemas de diseño que permitan sistematizar la reutilización del agua y recuperación de energía en los nuevos crecimientos periurbanos.
- Corto y Largo Plazo: replanteamiento de los espacios construidos para alcanzar niveles significativos de eficiencia en el uso de nuevas tecnologías y principios de diseño.
- Para alcanzar estos objetivos se propone:
- Promover los procesos de aprendizaje asociados a los nuevos enfoques en sistemas de diseño y tecnologías.
- Promover el diálogo entre agentes que se encargan de la planificación en el sector del agua y en el diseño urbano.

Áreas de Investigación:

- Huella hídrica y energética para comunidades sostenibles.
- Planificación espacial y reforma institucional: grupos de discusión.

APORTACIONES A LA GIAU:

Líneas de trabajo: Todas las líneas se centran en la GIAU.

Recursos:

- Water Wiki : plataforma de intercambio de información on-line de la comunidad de investigación del agua.
- Technical Papers for the World Water Congress
- World Water Vision Report

Estudios de Caso:	Especialmente en Australia, pueden consultarse en la siguiente publicación.
Publicaciones:	- IWA Spatial Planning & Institutional Reform Group Montreal Discussion Paper - IWA Publishing - IWA2013_Catalogue
Comentarios:	Página web operativa en Junio 2015. Enlace Cada año la IWA organiza y promueve una serie de conferencias, seminarios y congresos, que pueden consultarse aquí.

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-08/WAND

WATER CYCLE MANAGMENT OF NEW DEVELOPMENT
GESTIÓN DEL CICLO DEL AGUA EN NUEVOS DESARROLLOS

COORDINACIÓN:	Centre for Water Systems, University of Exeter (UK).
FINANCIACIÓN:	Engineering & Physical Sciences Research Council (EPSRC) + Varios financiadores.
ORGANIGRAMA:	- Siete universidades del Reino Unido (Exeter, Cranfield, Imperial, Leeds, Bradford, Sheffield, Aberystwyth) - Dos centros de Investigación (Centre for Ecology and Hydrology and HRWallingford) Un conjunto de entidades públicas y privadas (Environment Agency, WRc, UKWIR, MWH, Golder Associates, Yorkshire Water, Thames Water, Newcastle City Council)
DURACIÓN:	Abril 2003 - Diciembre 2005
WEB	Web del departamento. (aquí)

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto pretende generar una guía con directrices y herramientas para el diseño, implementación y gestión integrada y sostenible del agua en nuevos desarrollos urbanos.
El proyecto no incluye la intervención en edificios existentes, la eficiencia energética de las opciones de gestión consideradas ni la gestión del riesgo de inundaciones, que es trabajada en otro proyecto específico.
La guía servirá para sugerir herramientas, tecnologías y enfoques que ayuden a desarrollar los planes para la gestión sostenible del agua en los nuevos desarrollos.

Áreas de Trabajo:

El proyecto consta de seis áreas de trabajo principales:

- Tres tecnológicas, cuyo objetivo es identificar los aspectos clave en relación al diseño y la eficiencia en las interacciones entre sistemas, infraestructuras y medioambiente
- Dos temas tratan sobre cuestiones relacionadas con la aceptación social de las nuevas tecnologías sostenibles y el proceso de toma de decisiones, el papel del coste del ciclo de vida en ese contexto y el potencial incremento de los riesgos para la salud
- El último tema trata de vincular los aspectos planteados en los cinco temas anteriores y generar una caja de herramientas para el diseño de sistemas que maximicen la sostenibilidad de los nuevos desarrollos.

APORTACIONES A LA GIAU

Líneas de trabajo:

Los contenidos de la Guía se estructuran en siete capítulos:

1. Introducción, objetivos y presentación del proyecto WaND.
2. Antecedentes, marco institucional y legal.
3. El concepto de sostenibilidad en la gestión del ciclo del agua

4. Tecnologías de gestión sostenible del agua: uso eficiente, captación de pluviales, reciclaje de aguas grises y SUDS.
5. Factores que influyen en los actores del proceso: costes, beneficios, riesgos, etc.
6. Presentación de las herramientas desarrolladas durante el proyecto WaNd.
7. Recomendaciones generales para la gestión sostenible del CUA en nuevos desarrollos urbanos.

Recursos:

- Resumen del Proyecto.

Estudios de Caso:

- Beddington Zero (Fossil) Energy Development (BedZED)

Publicaciones:

- Guía sobre gestión del ciclo del agua en nuevos desarrollos. WaND. (enlace) (es necesario solicitarla).

Comentarios:

Página operativa en Junio 2015. Enlace
Se trata de una herramienta muy similar a la que se desarrolla en el proyecto AQUA-RIBA, aunque pensada en el año 2001 para nuevos crecimientos a desarrollarse en el Reino Unido. Ha constituido una fuente de inspiración importante para AQUA-RIBA.

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-09/SWITCH

MANAGING WATER FOR THE CITY OF THE FUTURE
GESTIÓN DEL AGUA PARA LA CIUDAD DEL FUTURO

COORDINACIÓN:	Carol Howe (Project Manager). UNESCO-IHE Institute for Water Education.
FINANCIACIÓN:	6º Programa Marco de la UE.
ORGANIGRAMA:	El proyecto agrupa un total de 33 socios participantes entre los que hay centros de investigación, universidades, equipos de planificación urbana municipal, consultores y empresas de servicios de agua.
DURACIÓN:	2006-2011
WEB	Enlace http://www.switchurbanwater.eu/index.php

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

Su principal objetivo ha sido encontrar soluciones que permitan mejorar la eficiencia en los sistemas de GIAU a través del replanteamiento de los antiguos paradigmas y el desarrollo de nuevas soluciones. Para ello, se ha tratado de mejorar la base científica y el conocimiento compartido que aseguren que los sistemas del futuro serán robustos, flexibles y adaptables a las nuevas presiones propias del cambio global.

El enfoque del proyecto SWITCH se ha basado para ello en:

- Establecimiento de Plataformas de Aprendizaje local en las ciudades.
- Realización de acciones experimentales de las propuestas del proyecto en ciudades participantes para testar los resultados y las propuestas realizadas, de modo que estos diseños puedan pasar del ámbito local al global.
- Desarrollo de un kit de herramientas conjuntamente con las Plataformas de Aprendizaje que maximice los impactos del proyecto SWITCH a nivel local.

La columna vertebral del proyecto está en el denominado "Enfoque estratégico de los tres pasos", consistentes en: 1) Prevención 2) Tratamiento para el reúso 3) Descarga planificada considerando la capacidad de auto-depuración.

El primer paso se basa así mismo en cuatro principios fundamentales:

1. Usar la mínima cantidad de recursos de buena calidad
2. No incorporar materiales de alta calidad más que los estrictamente necesarios
3. No mezclar flujos residuales diferentes
4. Evaluar siempre la posibilidad de reuso antes del tratamiento y disposición de las aguas.

APORTACIONES A LA GIAU:

Líneas de trabajo:	Todo el programa se centra en la GIAU, especialmente los módulos 3,4,5 en cuanto a opciones tecnológicas a implementar en los tres aspectos del CUA considerados, y el módulo 6 por la descripción del estado de la cuestión en cuanto a Sistema de Apoyo a la toma de Decisiones (SAD o DSS).

Recursos:

El proyecto pone a disposición una gran cantidad de recursos desarrollados durante el proyecto, disponibles y clasificados aquí.
Destacan entre ellos:

- Kit de capacitación SWITCH: Enlace http://www.switchtraining.eu/
- Diferentes softwares desarrollados durante el proyecto en relación a la gestión de la demanda, gestión de tormentas y SAD, además de otras incluidas en cada uno de los módulos.
- Conjunto de artículos científicos de los equipos investigadores del programa.
-

Estudios de Caso:

Una de las partes centrales ha sido el trabajo con actores de 12 ciudades participantes en el proyecto, sobre las cuales se pretende generar una visión a 30 o 50 años.
Estas ciudades son: Lima, Alejandría, Zaragoza, Tel Aviv, Beijing, Lodz, Birmingham, Accra, Hamburgo, Bogotá, Cali y Belo Horizonte.
En ellas se han realizados experiencias piloto que han sido documentadas.

Publicaciones:

En el proyecto SWITCH han documentados y sistematizados la práctica totalidad de las acciones llevadas a cabo, por lo que existe una gran cantidad de documentación disponible.
Como hemos dicho destaca la publicación del Kit de capacitación con los seis módulos correspondientes a las seis áreas de trabajo del proyecto. La versión en castellano está disponible en el siguiente link: http://www.switchtraining.eu/espanol/

Comentarios:

Página web operativa en Junio 2015
Este programa constituye el punto de partida del proyecto AQUA-RIBA, que de algún modo pretende contextualizar y adaptar las herramientas propuestas por el SWITCH al contexto andaluz, y más concretamente a los proyectos de Rehabilitación de Barriadas.
En este sentido, son muchas las referencias a este programa que encontraremos a lo largo de la documentación del proyecto AQUA-RIBA.

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-10/TRUST

TRANSITION TO THE URBAN WATER SERVICES OF THE FUTURE
TRANSICIÓN A LOS SERVICIOS URBANOS DE AGUA DEL FUTURO

COORDINACIÓN: IWW Water Centre (Alemania)

FINANCIACIÓN: 7º FP_EU

ORGANIGRAMA: Participan un total de 30 entidades de diversa naturaleza y procedentes de 11 países:
- IWA_Internacional Water Association
- 13 universidades y grupos de investigación (ITA-UPV)
- 9 empresas gestoras de agua urbana. (Canal de Isabel II)
- 6 PYMES

El trabajo se organiza en seis áreas cada una de las cuales cuenta con un coordinador.

DURACIÓN: May 2011 – Abril 2015

WEB Enlace http://www.trust-i.net/

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El objetivo central del proyecto es generar una base de conocimiento que permita la transición hacia los Servicios de Agua Urbana del futuro, permitiendo así a las comunidades alcanzar la sostenibilidad y bajar las emisiones de carbono sin comprometer la calidad del servicio.
Se pretende alcanzar el objetivo principal a través de la investigación en la gobernanza, la tecnología, la modelización, herramientas de toma de decisiones y nuevos enfoques para integrar la evaluación de la gestión del agua, la energía y las infraestructuras.
Estos principios serán demostrados a través de diez ciudades que actuarán como proyectos piloto.

Áreas de Trabajo:

1) Diagnosis y visión
2) Política, financiación y sociedad
3) Herramientas de análisis
4) Opciones tecnológicas y operacionales
5) Políticas de aguas del futuro y herramientas integradas.
6) Implementación y demostración.
7) Difusión y transferencia del conocimiento
8) Gestión.

APORTACIONES A LA GIAU

Líneas de trabajo: 3. Herramientas de análisis

Coordinado por el Profesor Sveinung Saegrov del Dpto. de Ingeniería Hidráulica y Ambiental de la Universidad Técnica de Trondheim (Noruega). Desarrollará un software de modelación y evaluación de la eficiencia y los flujos metabólicos vinculados a los servicios de agua urbana, que prevé tener su versión de prueba en Octubre de 2013.
Participan también la Universidad de Exeter (UK) y la Universidad

Técnica de Atenas.
4. Opciones tecnológicas y operacionales.
Coordinado por el profesor Thomas Wintgens se realizará desde mitad de 2013 y tendrá como objetivo el desarrollo de tecnologías y mecanismos de gestión que proporcionen herramientas, métodos y modelos que mejoren la planificación y gestión del CIAU así como la relación agua-energía.

Recursos:

- Framework for Sustainability Assessment of UWCS and development of a self-assessment tool
- A Master Framework for UWCS Sustainability

Estudios de Caso: El principal será el escenario de Oslo 2040. También estarán Algarbe (Pt); Atenas (Gr); Comunidad de Madrid (Es); Ámsterdam (PB); Hamburgo (Al); Schiphol (PB); Ciudades de Scotland (UK); Bucarest (Ro).

Publicaciones: Podemos descargarlas en el siguiente enlace http://www.trust-i.net/downloads/
Destaca una revisión sobre el estado del arte en la que podremos encontrar un buen elenco de buenas prácticas en todo el mundo.

Comentarios: Página web operativa en Junio 2015
Se trata de un proyecto dirigido principalmente a operadores y planificadores de infraestructuras urbanas que, no obstante, proporciona publicaciones y herramientas de gran utilidad para el diseño de la gestión integrada del ciclo urbano del agua (GIAU).

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-11/SANITAS

SUSTAINABLE AND INTEGRATED URBAN WATER SYSTEM

SISTEMAS URBANOS DE AGUA, INTEGRALES Y SOSTENIBLES

COORDINACIÓN:	Universidad de Girona.
FINANCIACIÓN:	7 Programa Marco de UE (Marie Curie Initial Training Network – ITN – 289193).
ORGANIGRAMA:	- 6 Universidades (U. de Girona y la Pompeu Fabra). - 1 Instituto de Investigación (ICRA) - 1 gestor de aguas - 6 empresas privadas. (Acciona).
DURACIÓN:	Noviembre 2011 – Noviembre 2015
WEB	Enlace http://www.sanitas-itn.eu

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto pretende detectar las deficiencias existentes en la gestión de los Sistemas Urbanos de Agua (SUA) en Europa y la necesidad de implementar nuevas tecnologías sostenibles a través del desarrollo de una base que integre la tecnología, el conocimiento y la acción. Así, los objetivos del proyecto son:

1). Introducir nuevas metodologías para la preparación de la próxima generación de profesionales de los SUA.

2). Extender el conocimiento base y la aplicación de la innovación en las necesidades y requerimientos tecnológicos y sociales del futuro.

3). Generar estructuras de formación para el conocimiento intersectorial compartido.

4). Proporcionar conocimiento científico que asegure que las políticas públicas se enmarcan dentro del contexto de la innovación tecnológica.

5) Explorar potencialidades y requerimientos tecnológicos, políticos y del conocimiento que posibiliten la integración supradisciplinar necesaria en los modelos avanzados de SUA.

Áreas de Trabajo: El proyecto, compuesto a su vez de 14 proyectos de investigación individuales, alcanzará sus objetivos en base a tres estrategias principales:

1). Capacitando a los científicos en las metodologías, tecnologías y habilidades complementarias que sean consideradas más apropiadas para posibilitar la transformación de las prácticas existentes en la actualidad (estado del arte).

2). Proporcionando tecnologías mejoradas para su aplicación práctica.

3). Proporcionando herramientas para el perfeccionamiento de las políticas públicas en relación a la innovación y el medio ambiente que permitan transformar las prácticas de gestión de SUA y garantizar la llegada de nuevos profesionales preparados y motivados.

APORTACIONES A LA GIAU

Líneas de trabajo: Todos los proyectos están vinculados a la gestión de los SUA. Destacamos por su carácter más genérico y/o estratégico:

ESR 1. Toma de decisiones y análisis multicriterio (impactos ambientales y económicos).
ESR 7. Desarrollo de un conjunto de modelos de simulación de referencias (benchmark simulations models, BSM) para los SUA.
ESR 9. Aplicación práctica de modelos de SUA: análisis basados en simulación de escenarios para reducir la huella de carbono, producción de nitratos y micropolución en las descargas de SUA.
ER1. Modelado cualitativo de SUA
ER2. Tecnologías integrales avanzadas para la reutilización del agua.
ER3. Desarrollo de herramientas para el control del coste-efectividad de SUA
ER4. Investigación avanzada en sistema de reutilización del agua y sus impactos en el medio receptor.

Recursos: Hasta ahora se han publicado algunos resúmenes de presentaciones y jornadas.

- Enlace http://www.sanitas-itn.eu/mgmt/deliverables/
- Enlace http://www.sanitas-itn.eu/dissemination/

Estudios de Caso:

- Beddington Zero (Fossil) Energy Development (BedZED)

Publicaciones:

- Guía sobre gestión del ciclo del agua en nuevos desarrollos. WaND. (link a la página de referencia) (es necesario solicitarla).

Comentarios: Página web operativa en Junio 2015.
Conferencia final en Septiembre de 2015 en Barcelona

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-12/AQUAENVEC

EVALUACIÓN Y MEJORA DE LA ECO-EFICIENCIA DEL CICLO URBANO DEL AGUA A TRAVÉS DE LCA Y LCC

COORDINACIÓN: CETaqua. Water Technology Center

FINANCIACIÓN: EU Life+

ORGANIGRAMA:

- Beneficiarios: Universidades: Universidad Autónoma de Barcelona (Sostenipra); Universidad de Santiago de Compostela (Biogrupo); Universitat de Valencia (grupo de Economía del agua).
- Agentes interesados: Oficina Catalana de Cambio Climático; Aquagest; Área Metropolitana de Barcelona; Aqualogy; Sorea; CLABSA; Concello de Betanzos.

DURACIÓN: Enero 2012 – Diciembre 2014

WEB Enlace http://www.life-aquaenvec.eu/

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto se propone combinar la evaluación ambiental (LCA) y el análisis del impacto económico (LCC) en un estudio exhaustivo de la eco-eficiencia del ciclo urbano del agua, de manera que sirva como soporte para una mejor toma de decisiones por parte de los agentes implicados.

Se generará como resultados un conjunto de indicadores ambientales, económicos y de eco-eficiencia que ayuden a la toma de decisiones, así como una herramienta de fácil manejo para la evaluación ambiental y económica dirigida a usuarios no expertos en LCC y LCA del ámbito de la política y los gestores de agua. Esta herramienta será aplicada a dos casos de estudio: uno en la cuenca Atlántica (Galicia) y otro en la Mediterránea (Cataluña).

Se pretende así identificar aquellos procesos y tecnologías con una mejor relación coste-efectividad y menores impactos ambientales en ciudades europeas medianas y pequeñas, así como un conocimiento compartido y metodologías comunes para la evaluación del CUA.

Acciones Técnicas

1) Definición de casos de estudio y de la metodología
2) Recolección de datos
3) LCA: extracción y tratamiento de agua de consumo
4) LCA: Transporte, distribución y abastecimiento
5) LCA: Tratamiento de aguas residuales.
6) LCC: Ciclo Urbano del Agua
7) Integración de resultados. Indicadores.
8) Herramienta de usuarios
9) Aplicación de la herramienta a casos de estudio.

APORTACIONES A LA GIAU

Líneas de trabajo: Todas ellas.

Recursos: Las metodologías y herramientas se fueron presentando a lo largo desde finales de 2013 hasta el momento de la redacción de esta ficha (junio 2015) y están disponibles en la página web del proyecto.

Estudios de Caso: Está pensada para su aplicación a ciudades europeas medias y pequeñas.
Los estudios de caso se ubicarán en Betanzos (Galicia) y Calafell (Cataluña).

Publicaciones: Los boletines y publicaciones del proyecto pueden encontrarse en:
Enlace http://www.life-aquaenvec.eu/documents/

Comentarios: La página web del proyecto estaba operativa en Junio de 2015

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-13/WIZ

WATERIZE SPATIAL PLANING

PLANIFICACIÓN ESPACIAL PARA EL AGUA

COORDINACIÓN:	Acque S.p.A (Pisa)
FINANCIACIÓN:	Life Plus (LIFE 09) de la Unión Europea
ORGANIGRAMA:	Son socios del proyecto Autoridad de la Cuenca del río Arno (Florencia); Sociedad Ingenieri Toscane srl (Florencia) y el Instituto Tecnológico de Galicia (A Coruña).
DURACIÓN:	Septiembre 2010 – Agosto 2013
WEB	Enlace http://www.wiz-life.eu

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El subtitulo del proyecto, "Inclusión de las condiciones futuras de gestión del agua potable en la planificación territorial para adaptarse al cambio climático", ya nos sugiere que el proyecto tiene como objetivo la mejora de la gestión del agua potable y de los procesos asociados con la planificación urbana en el marco del cambio climático y las crecientes presiones sobre los recursos.

La actividad principal del proyecto es el desarrollo de un Sistema de Información en línea que permita a ciudadanos (Wiz4All), gestores y empresas (Wiz4Planners) disponer de información sobre la disponibilidad de agua para facilitar la toma de decisiones y la mejora de la gestión. El sistema pretende dar respuesta tanto a situaciones presentes como futuras, visualizando escenarios de incremento de población, presión turística, o fenómenos ambientales relacionados con el cambio climático.

Además el proyecto pretende realizar una labor divulgativa y de sensibilización a través de jornadas y grupos de trabajo.

Áreas de Trabajo: El proyecto se estructura en el desarrollo de 17 acciones con sus entregas (deliverable) correspondientes.

APORTACIONES A LA GIAU

Líneas de trabajo: El proyecto se plantea como una herramienta para el desarrollo de proyectos de planificación urbana.

Recursos:

- El enlace desde el que se accede a las plataformas es: http://wiz.acque.net/
- El resto de recursos y descargas del proyecto se encuentran aquí.

Estudios de Caso: El proyecto se desarrolla en Italia y Baiona (A Coruña). Esta población ya cuenta con una plataforma propia: Enlace http://wizbaiona.itg.es

Publicaciones: Todas las publicaciones del proyecto se encuentran en:

- Deliverable http://www.wiz-life.eu/index.php?title=Deliverable
- Newsletters. http://www.wiz-life.eu/index.php?title=News

Comentarios: Página operativa en Junio de 2015

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-14/DAYWATER

DAYWATER

COORDINACIÓN:	CEREVE: Centre d'Enseignement et de Recherche sur l'Eau, la Ville et l'Environnement. (Francia)
FINANCIACIÓN:	5º FP_EU
ORGANIGRAMA:	Reúne a nueve entidades entre universidades e institutos tecnológicos de Francia, Alemania, Grecia, Dinamarca, Reino Unido, Holanda y Suiza.
DURACIÓN:	2002-2005
WEB	Enlace

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto tiene como objetivo principal la elaboración de una herramienta de Adaptada de Apoyo a la toma de Decisiones (ADSS, Adaptive Decision Support System) para la integración del control de las aguas de escorrentía en estrategias de diseño urbano sostenible. Para ello se elabora el prototipo Hydropolis, un interface de usuario de fácil uso y accesible desde la web del proyecto, en el que se recopilan los resultados obtenidos

Objetivos generales:

El proyecto plantea que el objetivo principal de cualquier ADSS es facilitar la incorporación de todos los actores en el proceso de diseño, definiéndo la herramienta como como adaptativa por la necesidad de incorporar las variables geográficas, climáticas y culturales, así como las preferencias de los usuarios finales.
El resultado del proyecto lo componen herramientas, documentos y bases de datos que han sido recopiladas en el interface desarrollado, el cual se ha puesto a prueba en cuatro estudios de caso realizados en Alemania, Francia, Suiza y Reino Unido.

Beneficios aportados:

- Asistencia para un enfoque integral en la gestión urbana de pluviales.
- Soporte para el proceso de toma de decisiones a través de ADSS
- Impulsa la transparencia en los procesos de toma de decisiones
- Gestión del conocimiento con posibilidad de actualización a partir de las experiencias de los usuarios.
- Adaptación a cada proyecto específico.

APORTACIONES A LA GIAU:

Recursos: Índice de

- Herramienta de evaluación multi-criterio
- Catálogo de tecnologías y herramientas de dimensionado: BMP ,remoción de contaminantes y análisis de riesgo y vulnerabilidad.
- Herramientas de modelización.
- Base de datos de actores, casos de estudio, instrumentos normativos, indicadores, etc.

Estudios de Caso: Se desarrollan doce estudios de caso en varios de los países participantes. Pueden consultarse

Publicaciones: En la Guía de usuario podemos encontrar las claves para hacer un buen uso de los materiales disponibles.

Comentarios: Página web operativa en Junio de 2015

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-15/PREPARED

PREPARED ENABLING CHANGE

PREPARADOS PARA PERMITIR EL CAMBIO

Coordinación:	Water Supply and Sanitation Technology Platform (www.WssTP.eu)
Financiación:	7º Programa Marco 'Environment'
Participantes:	El consorcio de participantes está compuesto por un total de 35 entidades entre las que encontramos centros de investigación, universidades y gestores del ciclo urbano del agua. El proyecto esta coordinado a través de un equipo Project Managment formado por cinco personas.
Duración:	2010-2014
WEB	Enlace

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto pretende demostrar que, la adaptación a las modificaciones producidas como consecuencia del Cambio Climático de los sistemas de abastecimiento y saneamiento urbano de diez ciudades europeas, a nivel tecnológico, político y de gestión, puede resultar efectiva a nivel de costes, eficiente energéticamente y exportable a otras áreas urbanas de Europa o del resto del mundo.

El proyecto clasifica para su análisis los factores de riesgo en tres categorías:

1. Escasez de agua y sequía; incremento de la temperatura y urbanización.
2. Inundaciones, subida del nivel del mar e incremento de las precipitaciones.
3. Calidad del agua y otros factores de riesgo; incremento de la temperatura, subida del nivel del mar y urbanización.

En base a estos factores de riesgo y a una serie de estrategias de adaptación propuestas, el proyecto genera una "Matriz de Iniciativas" donde se recogen ejemplos de buenas prácticas desarrolladas en todo el mundo como mecanismos para mitigar las consecuencias del Cambio Climático. Enlace

El proyecto además realiza una interesante propuesta metodológica para el desarrollo e implementación de "Planes de Seguridad del Ciclo Integral del Agua" (*Water Cycle Safety Plans*), en los que el concepto de Plan de Seguridad del Agua (PSA) incorpora no sólo el abastecimiento, como venía siendo más habitual, sino el ciclo urbano del agua completo, así como los riesgos y medidas vinculados a todas las etapas del mismo.

Áreas de Trabajo:

WA 1: Alianzas de gestores – test y pruebas.

WA 2: Evaluación y gestión de riesgos.

WA 3: Herramientas de modelado y monitorización a tiempo real.

WA 4: Sistemas integrados de gestión y monitorización a tiempo real.

WA 5: Planificación para la resiliencia de los sistemas de abastecimiento y saneamiento.

WA 6: Posibilitando el cambio (Enabling Change).

WA 7: Difusión y comunicación.

WA 8: Coordinacion y gestión.

APORTACIONES A LA GIAU

Líneas de trabajo: Todas las áreas de trabajo del proyecto se refieren a la GIAU.

Recursos:

- Matriz de Iniciativas: Enlace
- Extensa bibliografía: Enlace
- IWA Water Wiki

Estudios de Caso: Las ciudades que participan en el proyecto PREPARED son: Aarhus (Di); Barcelona (Es); Berlín (Al), Eindhoven (PB); Genova (It); Gliwice (Po); Estambul (Tk); Lisboa (Po); Lyon (Fr); Oslo (No); Simferopol (Uc); Gales.

Publicaciones: Se han realizado un importante número de publicaciones de libre descarga que pueden encontrase en: Enlace

Comentarios: Página web operativa en Junio de 2015
Centrándose en la resolución de las problemáticas que en la actualidad más preocupan a nivel local y global en relación a la gestión de los sistemas de agua, el proyecto proporciona una gran batería de recursos bibliográficos y ejemplos de aplicación de las nuevas tecnologías del agua.

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-16/AQUAVAL

LA GESTIÓN EFICIENTE DEL AGUA DE LLUVIA EN ENTORNOS URBANOS

COORDINACIÓN: Ayuntamiento de Xátiva

FINANCIACIÓN: EU Life + 2008 Community Initiative, Diputación de Valencia.

ORGANIGRAMA: Parteners del proyecto:

- Entidades Públicas: Ayto. Benaguasil, Diputación de Valencia (Co-Financiador del Proyecto) y Fundación Comunidad Valenciana-Región Europea.
- University of Abertay Dundee (UK). Centro tecnológico de aguas urbanas (UWTC).
- PMEnginyeria. Empresa consultora de Ingeniería Civil.

DURACIÓN: Enero 2010 – Junio 2013

WEB Enlace

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto pretende dar soluciones innovadoras a problemas relacionados con la cantidad y la calidad de las escorrentías urbanas en la provincia de Valencia, integrando parte de la infraestructura hídrica en el paisaje y morfología de los municipios con el empleo de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), disminuyendo así los impactos del desarrollo urbanístico y aportando valores sociales y ambientales a las actuaciones programadas.

Con ello el proyecto plantea visibilizar tanto en España como en la Región Mediterránea, la viabilidad de este tipo de soluciones, así como la importancia de incorporarlos en los procesos de planificación urbana.

El proyecto tiene en especial consideración además las particularidades de la Región Mediterránea tales como los largos periodos secos combinados con episodios de precipitaciones fuertes, ciudades densas y muy impermeabilizadas y sistemas unitarios de saneamiento, que diferencias a sus ciudades de las de otras regiones europeas.

Se han construido instalaciones experimentales en las ciudades de Xátiva y Benaguasil como estudios de caso del funcionamiento de este tipo de instalaciones en las Regiones del Sur de Europa.

Líneas de Acción:

1) Análisis de la situación actual y propuestas para la implementación de instalaciones de SUDS.
2) Diseño, construcción y monitorización de 6 experiencias demostrativas de SUDS.
3) Redacción de 2 Planes de Gestión Sostenible de Pluviales.
4) Redacción de Ordenanzas y normativas municipales de pluviales.
5) Creación y coordinación de un Grupo de Trabajo sobre Gestión Eficiente de Agua.
6) Difusión y promoción del uso de SUDS.

APORTACIONES A LA GIAU

Líneas de trabajo: Todo el proyecto está relacionado con la GIAU, concretamente con la gestión del drenaje urbano a través de SUDS.

Estudios de Caso:

- Xàtiva (Valencia).
  1. Ciudad del Deporte: swale y depósito de retención-infiltración.
  2. Avenida Anillo Norte: swalle
  3. Colegio Público Gonzalbes Vera: Cubierta verde y tanque de almacenamiento de pluviales para riego y limpieza. Repavimentación con hormigón poroso.
- Benaguasil (Valencia).
  1. Parque Costa Hermita: un conjunto de depósitos de detención-infiltración.
  2. Centro de la Juventud: Tanque de captación de pluviales de cubierta para riego de jardines y limpieza de pavimentos.
  3. Área Industrial Les Eres: depósito de detención que recoge las aguas de cubierta de un almacén así como de la escorrentía del patio pavimentado.

Estos proyectos están siendo monitorizados a lo largo de todo un año pluvial (Oct. 2012 – Sept. 2013).

Publicaciones: Se han publicado hasta ahora algunos Newsletter y folletos que pueden descargarse aquí.

Comentarios: El proyecto resulta pionero en la implementación de SUDS en España, especialmente en su cuenca mediterránea. Se prevé que sus resultados puedan servir de base para la implementación de estas infraestructuras en otros lugares de territorio español y de la región.
Página web operativa en Junio de 2015

PROGRAMAS Y PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN PPI-17/NAWATECH

NATURAL WATER SYSTEMS AND TREATMENT TECHNOLOGIES TO COPE WITH WATER SHORTAGES IN URBANIZED AREAS IN INDIA

SISTEMAS ACUÁTICOS NATURALES Y TECNOLOGÍAS DE TRATAMIENTO PARA AFRONTAR LA ESCASEZ DE AGUA EN ÁREAS URBANIZADAS EN INDIA

COORDINACIÓN:	ttz-Bremerhaven Centro asociado a la Univerdidad de Bremerhaven (North of Germany)
FINANCIACIÓN:	ICT PSP 2010 del Programa de la Comisión Europea de Competitividad e Innovación
ORGANIGRAMA:	Proyecto de cooperación EU-India compuesto por entidades de ambos países: - 7 de India: 2 institutos de investigación, 2 entidades sin ánimo de lucro y 3 empresas de servicios. - 7 europeas: 2 universidades (UPC), 1 centro de invetigación y 4 consultoras.
DURACIÓN:	01-07-2012 al 30-06-2015
WEB	Enlace http://www.nawatech.net/

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

NaWaTech es un proyecto de colaboración entre India y Europa que tiene como objetivo explorar, evaluar y mejorar el
potencial de los sistemas naturales de tratamiento de aguas con el fin de mejorar su eficiencia y fiabilidad para hacer frente a la escasez de agua en la India. La idea de NaWaTech se basa en un uso optimizado de los flujos de agua urbana, desde un enfoque de “barreras múltiples”. Teniendo en cuenta la distinta naturaleza y el grado de
contaminación, cada flujo de agua es gestionado, tratado y reutilizado de forma individual, complementando así las fuentes tradicionales de agua para hacer frente a la escasez en los asentamientos urbanos de la India.
Los sistemas se integrarán en un contexto urbano que proporcionará funciones socio-económicas adicionales. Este enfoque holístico minimizará la huella urbana de agua y mejorará la garantía de suministro de agua de la zona, al estar el ciclo de agua cerrado en un nivel local, consiguiendo además minimizar la contaminación de fuentes de agua para los usuarios aguas abajo.

El principal objetivo del proyecto es desarrollar un sistema que utilice un enfoque integral de la gestión del agua. Este enfoque debe incorporar diferentes acciones:

- Intervenciones sobre el ciclo integral del agua
- Optimización del uso del agua a través de la reutilización de aguas residuales y la prevención de la contaminación de las fuentes de agua.
- Priorización de sistemas de baja escala con tecnologías naturales, flexible, con buenas

relaciones coste – eficiencia, y de fácil operación y mantenimiento.

APORTACIONES A LA GIAU

Objetivos científicos:

- Pre-tratamiento de las aguas residuales de alta resistencia (es decir, aguas negras) antes de introducirlas en humedales artificiales (por ejemplo, UASB).
- Humedales artificiales (CW) para mejorar la calidad de las diferentes fuentes de agua urbana (es decir, aguas negras, aguas grises, aguas pluviales y aguas pluviales); acoplamiento potencial con el tratamiento del acuífero del suelo (por ejemplo, estanques de infiltración).
- Capacidad de filtración del suelo a través del tratamiento de acuíferos del suelo (SAT) o el Banco Filtración (BF) para la generación de fuentes de agua (indirectas); con potencial de combinación con otros sistemas de tratamiento de aguas naturales para la mejora de la calidad global.
- Las soluciones técnicas de tratamiento compactas adaptadas a cargas elevadas, especialmente en las zonas urbanas, como los sistemas MBR y SBR.
- Unidades de postratamiento potenciales (por ejemplo, filtros de arena, filtros de membrana y de desinfección UV)..

Recursos:

Las descargas de los reportes del proyecto pueden encontrarse en:

- Enlace http://www.nawatech.net/index.php/public-library

Estudios de Caso:

Aunque en la UPC se instalarán los prototipos a testar, las experiencias se desarrollarán en India, concretamente en:

- Nit Garden (Nagpur)
- Central Railway Site (Nagpur)
- Amanora Park (1) y (2) (Pune)
- Nullah treatment (Pune)

Comentarios:

Página web operativa en Junio 2015

A.3. RECURSOS PARA EL DISEÑO DE PROYECTOS.

A.3.2. SISTEMAS DE APOYO A LA TOMA DE DECISIONES (SAD).

CICLO URBANO DEL AGUA

- SAD-01/CWIS: City water information system (Sistema de información del agua en la ciudad).
- SAD-02/UWOT: Urban water optioneering tool (Herramienta de estudio de opciones del agua urbana).
- SAD-03/AQUA CYCLE: Modelización del ciclo urbano del agua
- SAD-04/UD: Urban developer (Desarrollo urbano).
- SAD-05/GISWATER: Giswater (SIG-Agua).
- SAD-06/COFAS: Evaluación multicriterio
- SAD-07/SIGMA: Sigma-sistema de indicadores IWA
- SAD-08/NAIADE: Novel approach to imprecise assessment and decision environments (Nuevos enfoques para la evaluación imprecisa y entornos de decisión).

ABASTECIMIENTO DE AGUA

- SAD-09/EPA NET: Hydraulic network analysis (Análisis de redes de agua).

AGUAS PLUVIALES

- SAD-10/EPA SWMM: Stormwater management model (Modelo de gestión de pluviales).
- SAD-11/HYDROPOLIS: Adaptative decision support system (Sistema adaptativo de apoyo a la toma de decisiones).
- SAD-12/SWMT: Storm water management (Gestión agua de tormenta).
- SAD-13/MUSIC: Music v5.1.

AGUAS RESIDUALES

- SAD-14/SENATWAT: Selection tool for natural wastewater treatment systems (Herramienta de selección de sistemas de tratamiento naturalizado de aguas residuales).

Volver al índice

SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-01/CWIS

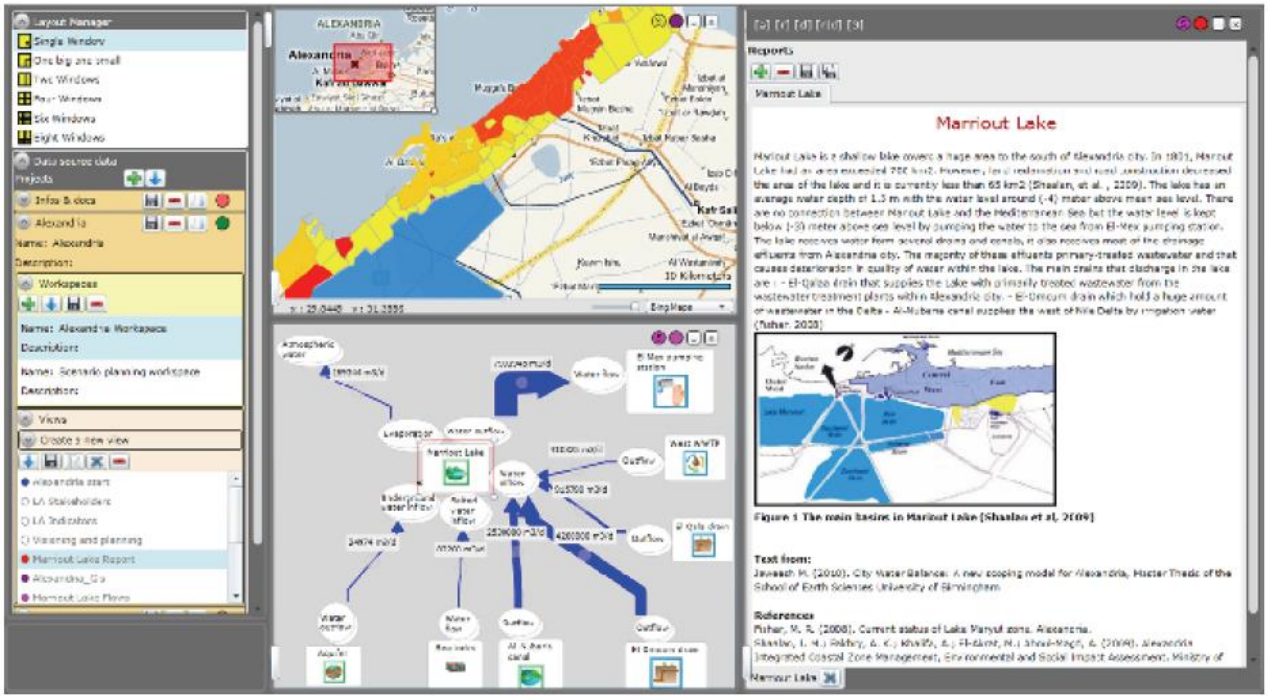
CITY WATER INFORMATION SYSTEM (CWIS)

SISTEMA DE INFORMACIÓN DEL AGUA EN LA CIUDAD

SWITCH

OBJETIVO	El objetivo de este programa es servir de soporte a la toma de decisiones en el diseño de sistemas de gestión integral del agua urbana, evaluando los impactos que el sistema propuesto pueda tener.
COMPONENTES	El programa consta de dos componentes: - Base de Datos: en la que se puede alojar una gran cantidad de datos que podrán ser compartidos y utilizados después desde el interfaz de cada usuario para la modelización y simulación de escenarios. - Interfaz de Usuario: Apoya la toma de decisiones mediante el intercambio de información, el desarrollo y análisis de escenarios y la evaluación de posibles estrategias de intervención. El programa proporciona la visualización tanto de información geográfica como numérica y herramientas para la elaboración de informes de determinados aspectos.
RESULTADOS	Proporciona dos herramientas de modelado: - Balances de agua en la ciudad: es un modelo hidrológico, que simula los efectos que tienen los elementos naturales y artificiales del sistema de agua en zonas urbanas sobre el balance hídrico de la ciudad. - Economía del agua: evalúa el impacto de las opciones económicas alternativas sobre sustentabilidad financiera para los servicios de agua urbana. El programa permite realizar un análisis complejo y sistémico de la eficiencia e impactos de posibles intervenciones en el sistema urbano. El prototipo académico del software ha sido desarrollado posteriormente hasta convertirse en una herramienta operacional denominada Nexsis.
WEB	El programa al completo no es descarga gratuita, aunque sí lo son las herramientas de modelado: - City Water Balance - City Water Economics. El link a la página del distribuidor del programa es: http://www.ipogee.ch/en/pages/cwis.php Página web del proyecto operativa en Junio de 2015

IMAGEN



Fuente: Switch Project.

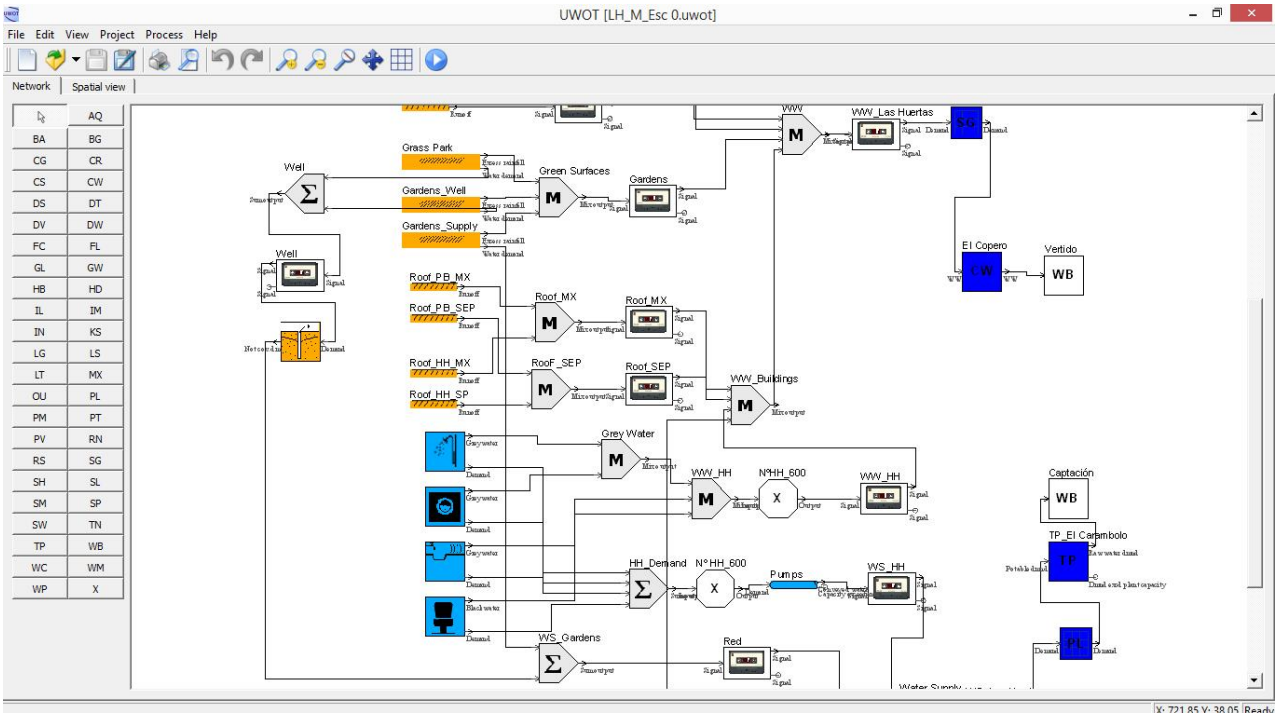
SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-02/UWOT

URBAN WATER OPTIONEERING TOOL (UWOT) ITIA

HERRAMIENTA DE ESTUDIO DE OPCIONES DEL AGUA URBANA
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE ATENAS

0BJETIVO	Análisis del ciclo urbano del agua en base a tres escalas: edificación, área urbana (barriada) y sistema (ciudad). Realiza el modelado y evaluación de los escenarios y sistemas propuestos para analizar los efectos de aplicar las diferentes tecnologías disponibles (SUDS, reciclaje de aguas grises, captación de pluviales, recursos alternativos, etc.).
APLICACIONES	- Análisis de alternativas para la reducción del consumo de agua potable. - Estimación de la energía requerida por las instalaciones de agua. - Evaluación de las posibilidades de reciclado del agua en diferentes condiciones climáticas. - Restauración de los flujos del ciclo hidrológico natural y evaluación de sus beneficios. - Otros.
RESULTADOS	Evaluación de la sostenibilidad del sistema en base a indicadores económicos, sociales, tecnológicos y operacionales. Los resultados obtenidos pueden ser exportados a programas de análisis matemático que permitirán llevar a cabo procesos de optimización.
WEB	- Grupo de investigación ITA. Enlace https://www.itia.ntua.gr/en/ - Water Share (portal de intercambio de información sobre agua): Enlace Página web del proyecto operativa en Junio de 2015

IMAGEN

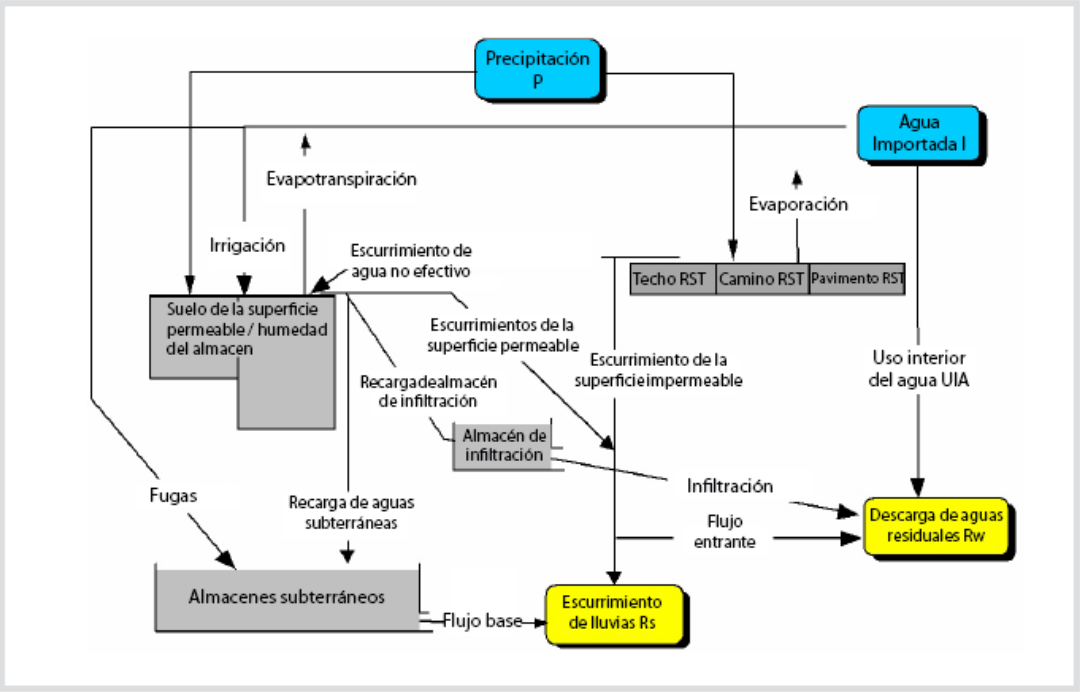

UWOT [LH_M_Esc 0.uwot]
File Edit View Project Process Help
Network
Spatial view
Well
Grass Park
Gardens_Well
Gardens_Supply
Green Surfaces
Gardens
WW
WW_Las Huertas
El Copero
Vertido
Roof_PB_MX
Roof_PB_SEP
Roof_HH_MX
Roof_HH_SP
Roof_MX
RooF_SEP
Roof_SEP
WW_Buildings
Grey Water
WW_HH
Nº HH_600
Captación
TP_El Carambolo
HH_Demand
Pumps
WS_HH
WS_Gardens
Red

SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-03/AQUA-CYCLE

MODELIZACIÓN DEL CICLO DEL AGUA
e-WATER TOOL KIT

OBJETIVO	Investigar el potencial de integrar las opciones de reutilización de las aguas pluviales y residuales dentro del sistema urbano como alternativa a los principales usos del agua potable. La integración de estos diferentes elementos permite la elaboración de un balance detallado del ciclo urbano del agua, útil como herramienta principal para evaluar el impacto de las diferentes estrategias en la gestión urbana del agua.
FUNCIONAMIENTO	El ciclo del agua es un modelo genérico que presenta un balance diario del agua, utilizando información de ubicación específica relacionada con el consumo de agua, datos meteorológicos y características físicas del área de investigación. Las diferentes opciones de reciclaje del agua son evaluadas dentro de este contexto para medir su impacto en el consumo de agua potable, corrientes de aguas pluviales y producción de agua residual. Esto permite un amplio rango de soluciones para ser investigadas a diferentes niveles, variando desde viviendas individuales a opciones centralizadas que sirvan a desarrollos enteros. Algunos ejemplos de opciones alternas que se incluyen en el modelo son: captación de agua, reutilización de aguas grises y almacenamiento en los acuíferos.
RESULTADOS	Se presentan una serie de documentos relacionados con las diferentes escalas de intervención estudiadas. El resultado así mismo puede especificarse diaria, mensual o anualmente.
WEB	Enlace Página web operativa en Junio de 2015

IMAGEN



Fuente: Switch Project.

SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-04/UD

MODELIZACIÓN DEL CICLO DEL AGUA
e-WATER URBAN TOOL

OBJETIVO	Programa de modelado y toma de decisiones para el diseño del ciclo urbano del agua, basado en todos los elementos del sistema (pluviales, residuales y de consumo) y considerando un amplio rango de opciones que incluyen el reciclaje de aguas, recursos alternativos y dispositivos eficientes de ahorro.
RESULTADOS	- Evaluación del diseño realizado - Evaluación del CUA en diferentes escenarios. - Análisis de las relaciones entre los elementos del sistema, incluyendo las infraestructuras a utilizar y las incidencias sobre el ecosistema del entorno. - Mostrar si el CAU diseñado encaja o no con los requisitos normativos y locales.
COMPONENTES	Motor de simulación, entrada de datos climáticos, calidad del agua y modelo de desarrollo urbano.
WEB	Enlace Página web operativa en Junio de 2015
IMAGEN	

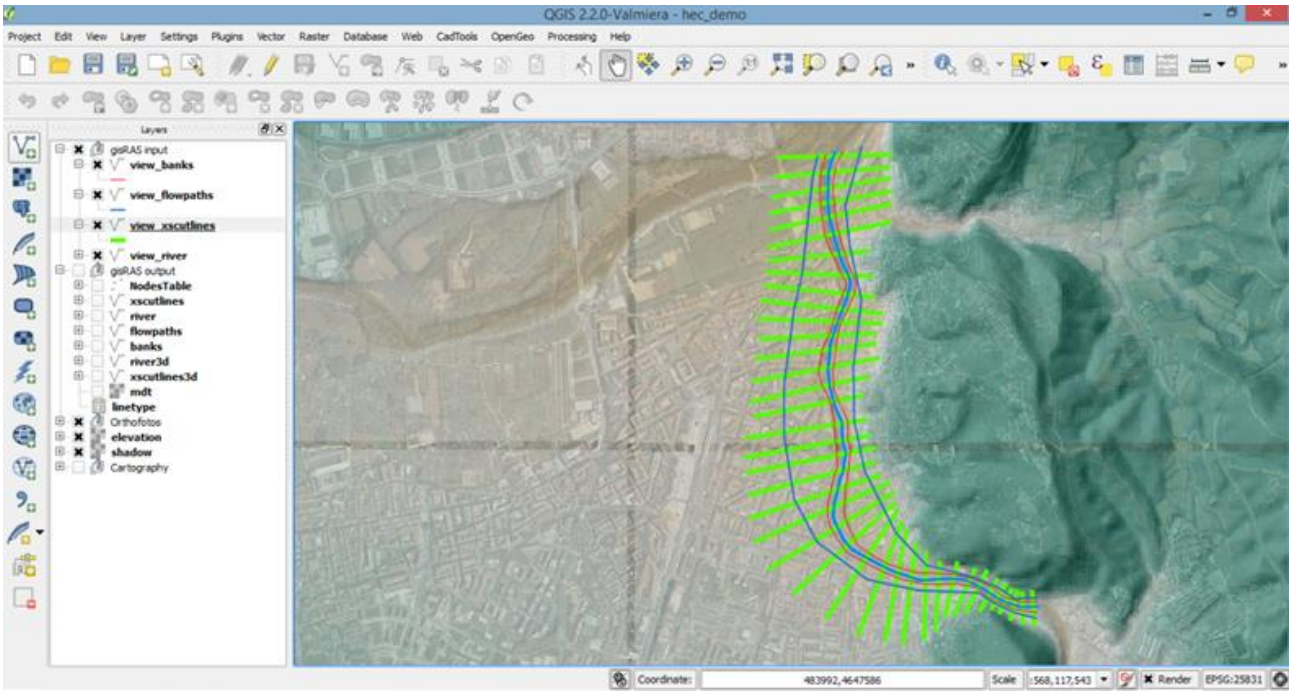
Node Icon	Node Name	Summary
	Receiving Node	A *receiving* node is intended to be the most downstream node in a network, or part of a network, and is used for tracking purposes.
	Retention / Detention Tank	A *retention or detention tank* (or infiltration trench) is a structure designed to capture runoff from rainwater tanks, pervious and impervious surfaces, and both store it temporarily and allow infiltration into the subsoil.
	Roof Catchment	A *roof* node represents a physical roof catchment surface, and is similar to an impervious area node.
	Subnetwork	A *subnetwork* is a characterisation of a group or cluster of dwellings, water uses or general water demands, as a discrete unit.
	Tank	A *tank* is a type of storage used in domestic and industrial settings to store water from runoff or mains supply, and to release it in a controlled manner.
	Urban Catchment	An urban catchment node represents a defined area of urban land use that drains hydrologically to a single outlet.
	User-defined Source	A *user-defined source* node can be used to represent any type of catchment that is not specifically urban, forested or agricultural.
	Wastewater Connection	A *wastewater connection* node is an optional end-point of the wastewater aspect of a modelled system.
	Water use	A *water use* node represents urban water demand and water consumption behaviour.

SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-05/GISWATER

GIS WATER ASSOCIATION
GRUPO DE INVESTIGACIÓN DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS DE LA UPC

OBJETIVO	Consiste en un proyecto de software libre cuyo objetivo es comunicar cualquier software de simulación en el mundo del agua a través de bases de datos espaciales con cualquier Sistema de Información Geográfica (SIG), con el fin de dar a todo el mundo una solución de formato abierto en la gestión de agua. De esta manera, Giswater conecta programas de simulación de agua a una interfaz de SIG de gran alcance, y sienta las bases para la gestión integral de los sistemas de abastecimiento de agua, sistemas de saneamiento, redes de drenaje y sistemas fluviales.
RESULTADOS	El programa permite gestionar datos espaciales para comunicarse con EPANET o EPA SWMM (programas de simulación de redes de instalaciones de abastecimiento y saneamiento). Además también es posible crear un archivo SDF que se puede utilizar para exportar datos de terreno a otras herramientas como HEC-RAS.
WEB	Enlace www.giswater.org Página web operativa en Junio de 2015

IMÁGENES



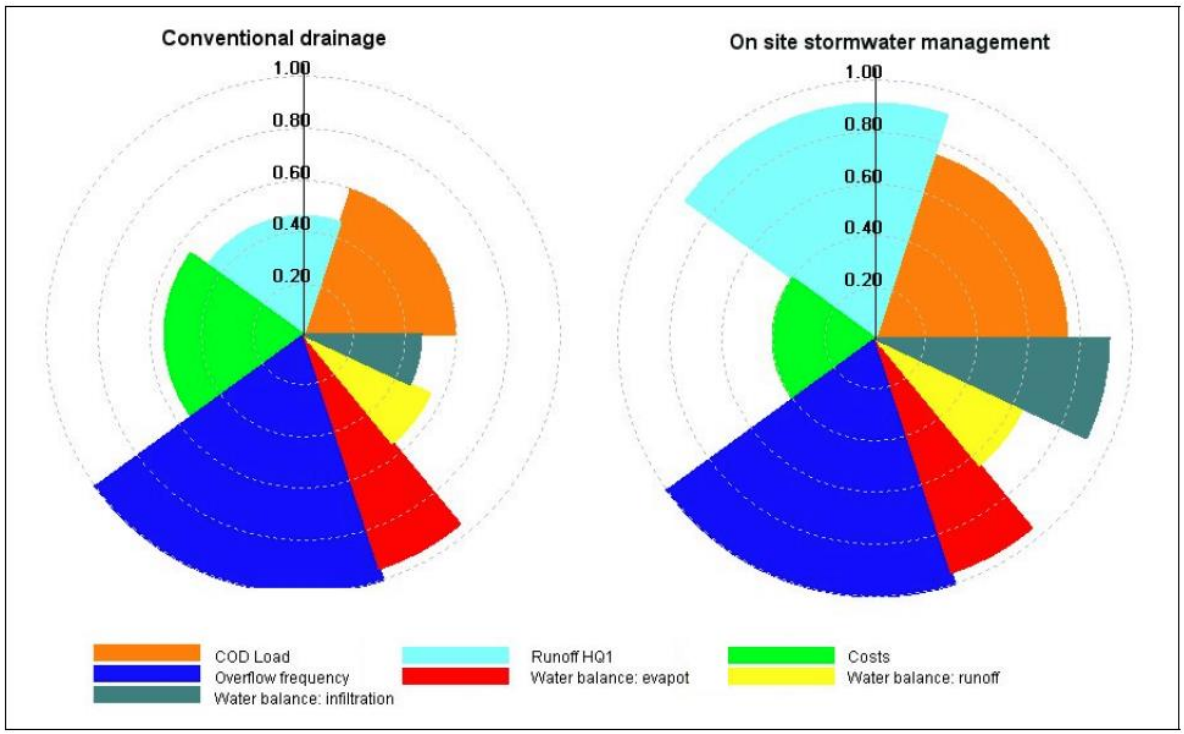
SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-06/COFAS

COFAS - SWITCH

PETERS, C., SIEKER, H., JIN, Z; DR. SIEKER MBH, ECKART, J.

OBJETIVO	Comparación de la flexibilidad diferentes alternativas de planeamiento usando sistemas de evaluación multi-criterio. Es especialmente útil en el planeamiento de sistemas de drenaje urbano, gestión de aguas residuales (AR) y planeamiento de desarrollo urbano, evaluando la flexibilidad que cada sistema proporciona para poder adaptarse a los retos futuros.
RESULTADOS	El programa nos permite evaluar la evolución de una determinada cuenca (en principio se refiere principalmente a cuencas urbanas) en términos de contaminación y caudal del agua, en relación a distintas soluciones de planificación y escenarios propuestos.
WEB	Enlace http://www.sieker.de/daten/download/switch/COFAS_final_en.zip Página web operativa en Junio 2015

IMÁGENES



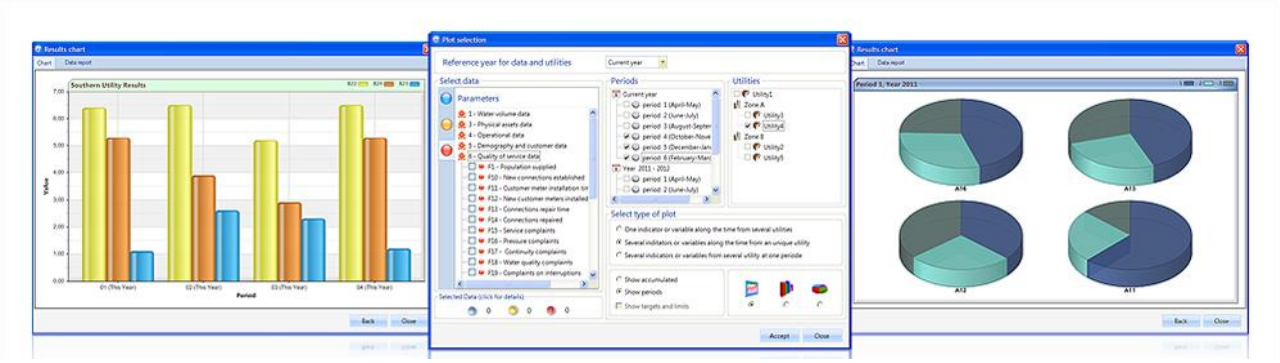
Fuente: Switch Project.

SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-07/SIGMA

ITA (INSTITUTO TECNOLÓGICO DEL AGUA)
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA

OBJETIVO	SIGMA Lite es una versión gratuita del conjunto de indicadores de gestión basado en el propuesto por la Asociación Internacional del Agua (IWA). Se trata de un programa específico para el benchmarking y el uso de indicadores en empresas de agua potable y saneamiento.
RESULTADOS	Aunque Sigma es el software oficial del sistema de indicadores de la IWA, no limita su capacidad de adaptarse a cada proyecto y conjunto de indicadores específicos contextualizados. El programa ofrece otros conjuntos de indicadores preseleccionados y permite crear nuevos indicadores.
WEB	Enlace www.sigmalite.com Página web operativa en Junio 2015

IMÁGENES



Fuente: ITA

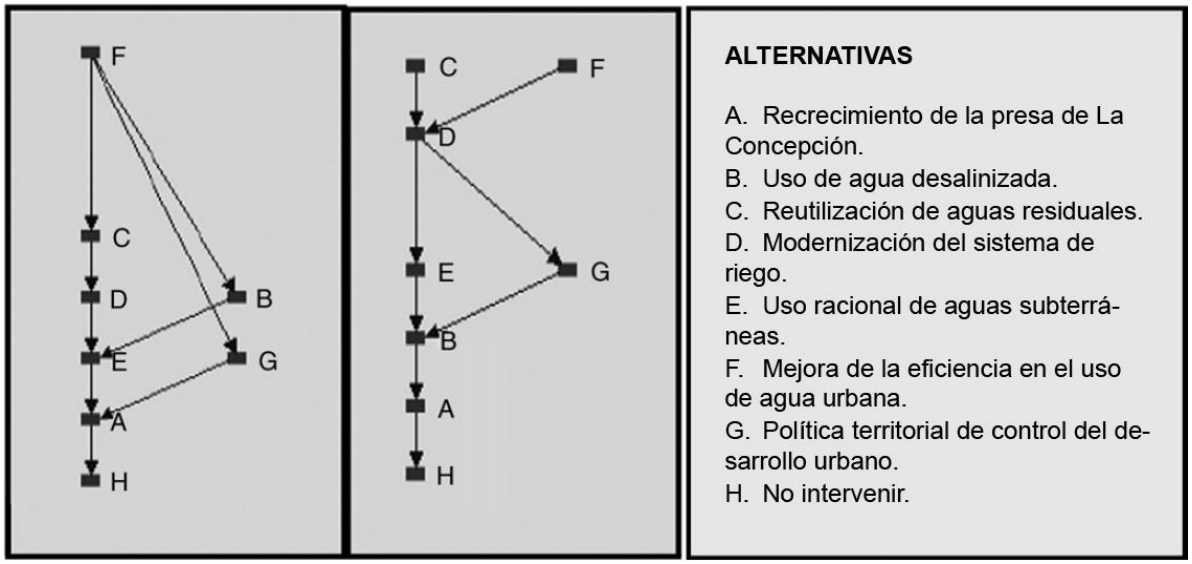
SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-08/NAIADE

NOVEL APPROACH TO IMPRECISE ASSESSMENT AND DECISION ENVIRONMENTS

MUNDA, G., JOINT RESEARCH CENTRE - UAB

OBJETIVO	Herramienta de evaluación multi-criterial para la ayuda a la evaluación y selección de opciones, ideal para la analizar cuestiones socio-ambientales que incorporen aspectos socio-institucionales
RESULTADOS	Su aplicación permite estructurar el problema y facilitar las alternativas ecológica, económica, social e institucionalmente más eficientes. Ofrece dos tipos de resultados: una clasificación de alternativas basadas en los criterios de decisión adoptados, y otra clasificación de la aceptabilidad de esas alternativas en función de las valoraciones de los actores sociales consultados. La primera no pretende presentar una jerarquía de alternativas óptimas sino -en consonancia con un marco teórico que contempla la complejidad, la incertidumbre y la inconmensurabilidad- contribuir a estructurar los problemas y facilitar la reflexión y el debate entre los agentes sociales sobre ellos. La segunda permite también analizar las relaciones y potenciales coaliciones entre los diferentes actores del proceso, que constituyen la base de la mayor o menor viabilidad de las alternativas en presencia. NAIADE ha sido aplicado en múltiples investigaciones, incluido en un estudio en porfundidad sobre el sistema de alternativas al abastecimiento en la Costa del Sol malagueña. (Paneque et al, 2009)
WEB	Enlace Página web operativa en Junio de 2015

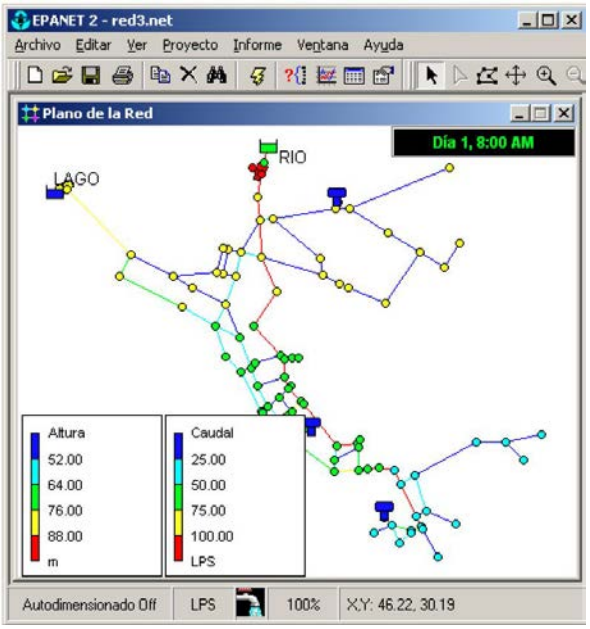
IMÁGENES



Fuente: Paneque et al. 2009

SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-09/EPANET

HYDRAULIC NETWORK ANALYSIS
EPA- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EEUU)

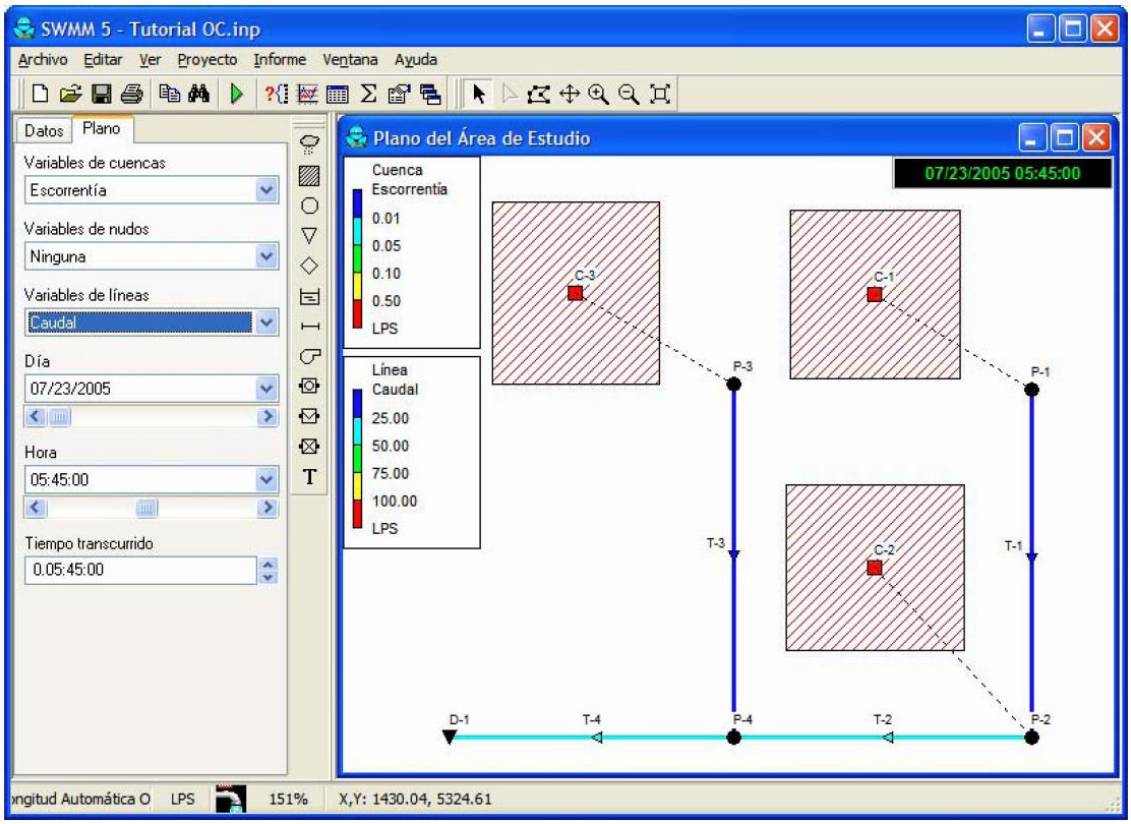
OBJETIVO	Software de simulaciones del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de tuberías a presión. El programa permite seguir la evolución del flujo del agua en las tuberías, de la presión en los nudos de demanda, del nivel del agua en los depósitos, y de la concentración de cualquier sustancia a través del sistema de distribución durante un período prolongado de simulación. Además de las concentraciones, permite también determinar los tiempos de permanencia del agua en la red y su procedencia desde los distintos puntos de alimentación. Existe una versión 2.0 vE traducida al castellano, realizada por personal del Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos de la Universidad Politécnica de Valencia. Enlace
RESULTADOS	El programa permite calcular: - el caudal que circula por cada una de las conducciones, - la presión en cada uno de los nudos, - el nivel de agua en cada tanque, - la concentración de diferentes componentes químicos a través de la red, - el tiempo de permanencia del agua en las tuberías, - la procedencia del agua en cada punto de la red.
WEB	Enlace Página web operativa en Junio de 2015
IMÁGENES	

SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-10/EPASWMM

STORMWATER MANAGEMENT MODEL
EPA- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EEUU)

OBJETIVO	Se trata de un modelo dinámico de simulación de precipitaciones, que se puede utilizar para un único acontecimiento o para realizar una simulación continua en periodo extendido. El programa permite simular tanto la cantidad como la calidad del agua evacuada, especialmente en alcantarillados urbanos.
RESULTADOS	SWMM representa el comportamiento de un sistema de drenaje mediante una serie de flujos de agua y materia entre los principales módulos que componen un análisis medioambiental (escorrentía, transporte y calidad). Existe una versión en español realizada por el Grupo Multidisciplinar de Modelación de Fluidos de la Universidad Politécnica de Valencia de descarga gratuita (Enlace http://www.instagua.upv.es/swmm/). Las últimas versiones del programa (v 5.1.) incorporan tecnologías propias de los SUDS.
WEB	Enlace http://www2.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm Página web operativa en Junio de 2015

IMÁGENES

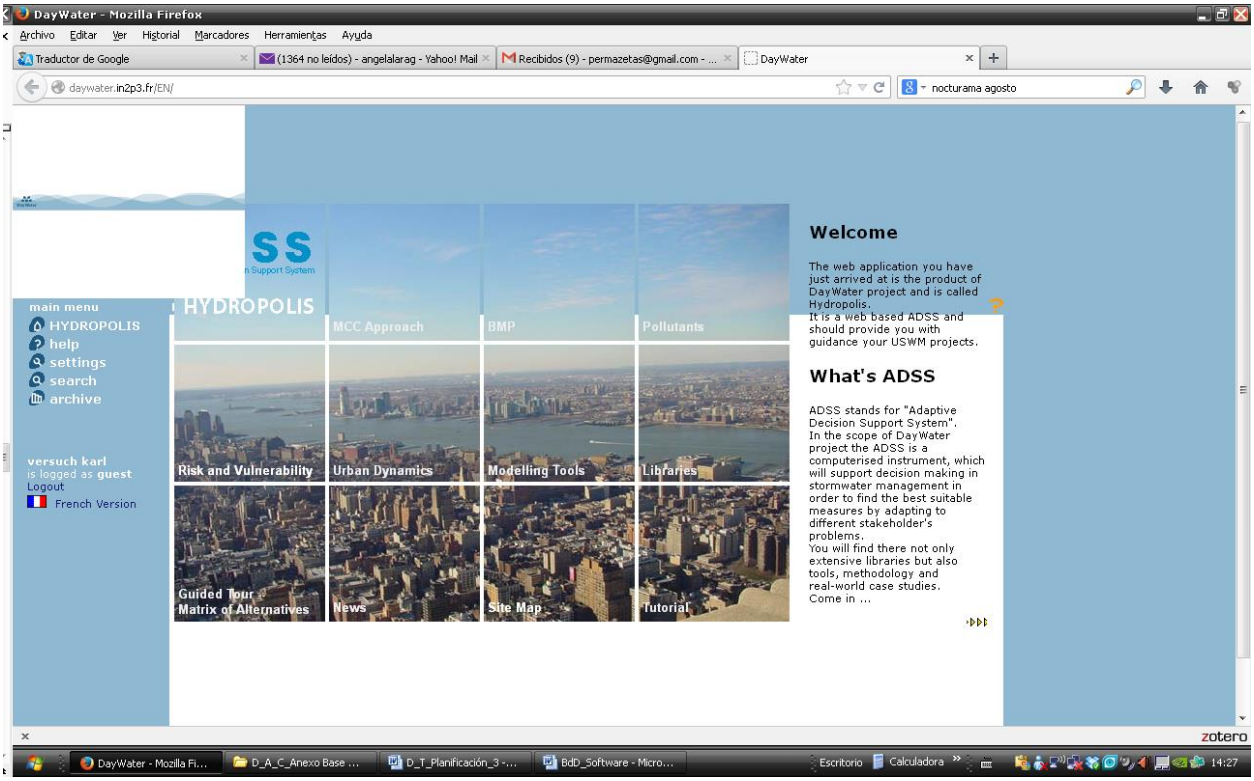


SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-11/HYDRÓPOLIS

HYDROPOLIS (ADAPTIVE DECISION SUPPORT SYSTEM ADSS)
SISTEMAS ADAPTATIVOS DETOMA DE DECISIONES

OBJETIVO	Se trata de una herramienta de toma de decisiones diseñada para encontrar las medidas más adecuadas para la gestión de las aguas pluviales y de escorrentía a través de SUDS. Se puede encontrar un conjunto de librerías, herramientas, metodologías y estudios de caso reales, tales como: - MCC comparator: herramienta de análisis multi-criterio para la toma de decisiones en base a un conjunto de factores económicos, ambientales y sociales. - Catálogo de (SUDS): catálogo general con recursos específicos relativos a cada uno de los SUDS. - Casos de estudio: caracterización de ejemplos de puesta en práctica de los SUDS. - Herramientas de modelado: un conjunto de herramientas que proporcionan tablas y hojas de cálculo específicas y muy sencillas para el diseño y cálculo de costes de los SUDS. - BMP cost assessment http://daywater.in2p3.fr/EN/data/other/Cost_Estimate.doc - CHIAT - Chemical Risk Assessment Methodology - External BMP dimensioning - SFM (SEWSYS & STORM) - Risk screening tool (FLEXT) - BMP Costing and Dimensioning Tools Vulnerability assessment tool
RESULTADOS	El conjunto de herramientas proporcionadas acompañan todo el proceso; desde la selección de las tecnologías a utilizar, hasta su dimensionado y cálculo de costes.
WEB	Enlace Guía de usuario: Enlace Página web operativa en Junio de 2015

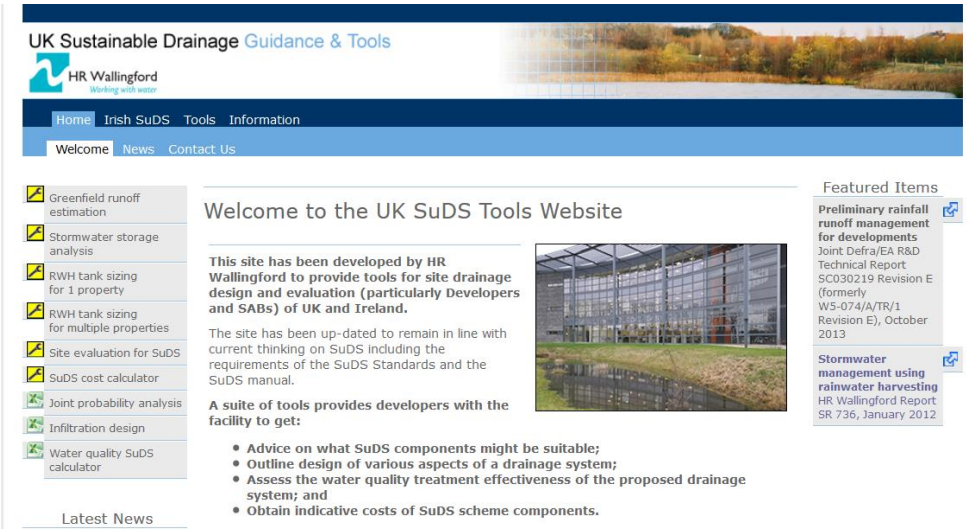
IMÁGENES


DayWater - Mozilla Firefox
Archivo Editar Ver Historial Marcadores Herramientas Ayuda
Traductor de Google
(1364 no leídos) - angelalarag - Yahoo! Mail
Recibidos (9) - permazetas@gmail.com - ...
DayWater
daywater.in2p3.fr/EN/
nocturama agosto
HYDROPOLIS
MCC Approach
BMP
Pollutants
main menu
HYDROPOLIS
help
settings
search
archive
versuch karl
is logged as guest
Logout
French Version
Risk and Vulnerability
Urban Dynamics
Modelling Tools
Libraries
Guided Tour
Matrix of Alternatives
News
Site Map
Tutorial
Welcome
The web application you have just arrived at is the product of DayWater project and is called Hydropolis.
It is a web based ADSS and should provide you with guidance your USWM projects.
What's ADSS
ADSS stands for "Adaptive Decision Support System".
In the scope of DayWater project the ADSS is a computerised instrument, which will support decision making in stormwater management in order to find the best suitable measures by adapting to different stakeholder's problems.
You will find there not only extensive libraries but also tools, methodology and real-world case studies.
Come in ...
zotero
DayWater - Mozilla Fi...
D_A_C_Anexo Base ...
D_T_Planificación_3 -...
BdD_Software - Micro...
Escritorio
Calculadora
14:27

SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-12/SWMT

STORM WATER MANAGEMENT TOOLS
GESTIÓN DE AGUA DE TORMENTA
HR WALLINGFORD (REINO UNIDO)

OBJETIVO	Se trata de un conjunto de herramientas para el diseño preliminar de SUDS. Permiten realizar evaluaciones iniciales para seleccionar, definir requerimientos de almacenaje y evaluar la sostenibilidad de SUDS aplicables en un área.
CLASIFICACIÓN	Las herramientas se clasifican en los siguientes grupos. 1. Herramientas de diseño preliminar: 1.1. Selección de SUDS 1.2. Evaluación de requerimientos de almacenamiento. 2. Herramientas de evaluación de la sostenibilidad del drenaje diseñado. 2.1. Evaluación conjunta de probabilidad (eficiencia en relación a eventos de tormenta, especialmente en zonas inundables). 2.2. Diseño de sistemas de infiltración 2.3. Evaluación ambiental del sistema de drenaje: 2.3.1. Evaluación de la calidad del agua de salida (capacidad de remoción de contaminantes). 2.3.2. Evaluación del comportamiento hidráulico (en comparación con las condiciones originales del medio).
WEB	Enlace http://www.uksuds.com/ Página web operativa en Junio de 2015
NOTAS	Esta herramienta está diseñada para ser aplicada en el Reino Unido.
IMÁGENES	

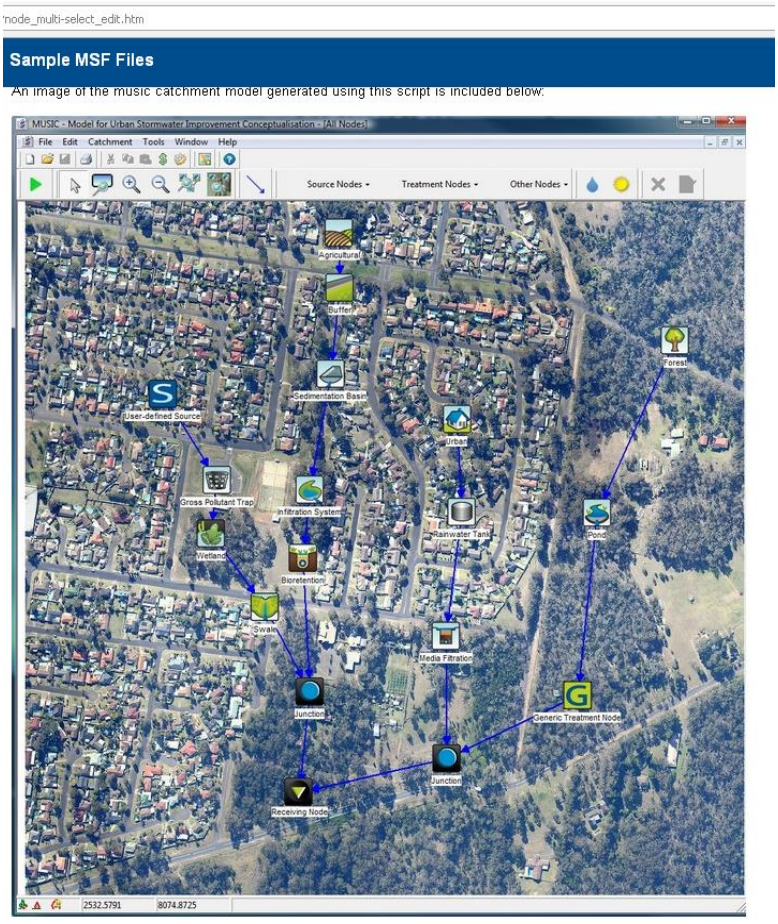


SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-13/MUSIC

e-WATER URBAN TOOL
e-WATER

OBJETIVO	Programa de modelado de SUDS que permite trabajar en escalas desde 0,01-100 Km^2, incluyendo la reutilización de las aguas pluviales en edificación.
RESULTADOS	Calidad del agua antes y después de la intervención. Edición de multi-nodos que permiten una comparación eficiente de los resultados Simulación de opciones de captación de pluviales Balance hídrico del sistema Determinación del coste-efectividad de los resultados.
HERRAMIENTAS	Incluye base de datos con todos los SUDS (bioretención, infiltración, swales, lagunas de sedimentación, humedales, tanques de acumulación, etc.).
WEB	Enlace http://www.ewater.com.au/products/ewater-toolkit/urban-tools/music/ Página web operativa en Junio de 2015

IMÁGENES

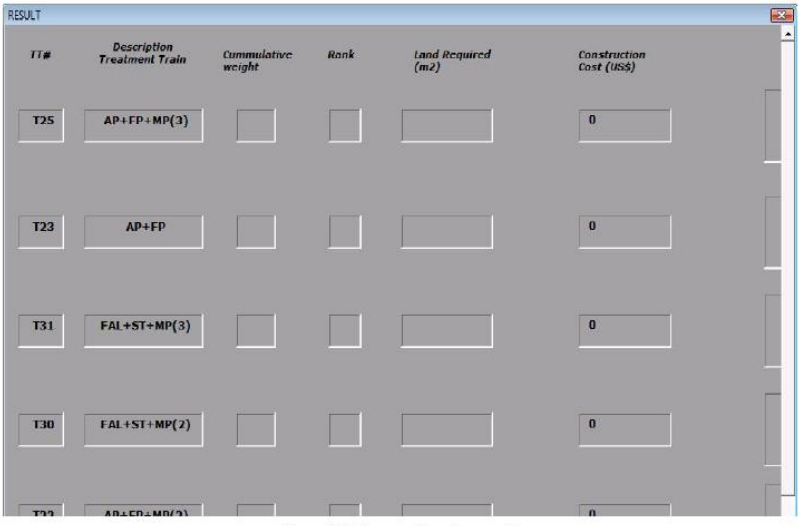


SISTEMAS DE AYUDA TOMA DE DECISIONES SAD-14/SETNAWAT

SELECTION TOOL FOR NATURAL WASTEWATER TREATMENT
SWITCH PROJECT

OBJETIVO	Se trata de una herramienta desarrollada mediante hojas de cálculo que incorpora una serie de sistemas de tratamiento natural de aguas residuales. Basado en los datos aportados, el sistema evalúa los tratamientos en base a una serie de criterios técnicos, económicos y sociales. Finalmente propondrá un orden de preferencia en base a estos datos aportados. Se trata de una herramienta de fácil uso, que no requiere ser técnico especializado, y que con datos básicos de entrada nos dará una estimación de las soluciones más idóneas.
RESULTADOS	A partir de los datos aportados y de los criterios priorizados, el programa ofrece como resultado las combinaciones de tratamientos más adecuados, proporcionando información sobre la puntuación obtenida, superficie requerida, costes de mantenimiento, criterios con más peso, etc.
WEB	Manual de usuario: Enlace http://www.switchurbanwater.eu/outputs/pdfs/W5-3_GEN_SW_D5.3.7_TecSel_NATSYS.pdf Página web operativa en Junio de 2015 Para obtener el software contactar con el Dr Diederik Rousseau

IMÁGENES



A.4. NUEVAS TECNOLOGÍAS.

A.4.1. ABASTECIMIENTO (AB)

DISPOSITIVOS DE AHORRO DE AGUA

- AB-01: Dispositivos de bajo consumo para grifos y rociadores.
- AB-02: Griferías hidroeficientes.
- AB-03: Inodoros y urinarios hidroeficientes.
- AB-04: Electrodomésticos de bajo consumo hídrico.

GESTIÓN ACTIVA DE FUGAS

- AB-05: Galerías de servicios.
- AB-06: Sistemas de detección de fugas.
- AB-07: Individualización de contadores.

UTILIZACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS ALTERNATIVOS

- AB-08: Almacenamiento y recuperación de acuíferos (ARA).

JARDINERÍA HIDROEFICIENTE

- AB-09: Xerojardinería.
- AB-10: Sistemas de riego hidroeficientes.

Volver al capítulo 5

Volver al índice

AB-01

DISPOSITIVOS DE BAJO CONSUMO PARA GRIFOS Y ROCIADORES

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

MECANISMOS O DISPOSITIVOS DE BAJO FLUJO PARA GRIFOS Y ROCIADORES
MECANISMOS O DISPOSITIVOS REDUCTORES PARA GRIFOS Y ROCIADORES

TÉRMINOS EN INGLÉS:

LOW-FLOW FIXTURES FOR TAPS AND SHOWER HEADS

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

Son dispositivos o mecanismos que se colocan en grifos de fregaderos, lavabos, bidés o bañeras y en rociadores de ducha ya existentes. Son, por lo tanto, elementos adicionales a todos estos elementos.

En concreto, algunos dispositivos son sólo apropiados para los rociadores de ducha como los atomizadores, los rociadores de chorro pulsante o de burbujas, los interruptores del flujo de agua o los reductores del área de difusión.

Forma de funcionamiento:

Se consigue el ahorro de agua a partir de tres sistemas básicamente:

— Reducción del caudal que atraviesa el dispositivo: También es posible tanto en grifos como en rociadores.

— Reducción de la presión de salida del agua: Es posible este efecto tanto en grifos como en rociadores.

— Reducción de la superficie de salida del agua para un mayor aprovechamiento de la misma: Este último sistema es usual en rociadores de ducha.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



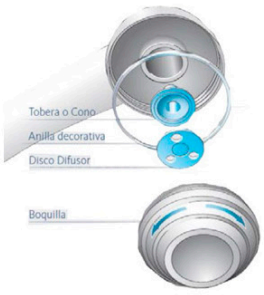






FIG.1 - Fuente: www.grohe.com y www.latiendadelahorrodeagua.com (2015).

FIG.2 - Fuente: www.grohe.com y www.latiendadelahorrodeagua.com (2015).

FIG.3 - Fuente: www.aguaflux.es y www.latiendadelahorrodeagua.com (2015).

FIG.4 - Fuente: www.aguaflux.es y www.latiendadelahorrodeagua.com (2015).

CLASIFICACIÓN:

1.1. MODIFICADORES DE SALIDA DE CAUDAL

Se modifica la forma en la que el agua sale del grifo variando el tamaño de gota y la cantidad de aire incorporado para que el usuario no tenga la sensación de que el grifo le proporciona menos agua. Dentro de este grupo, existen varios tipos:

— Aireadores o Perlizadores: Es un dispositivo que mezcla aire con el agua, incluso cuando hay baja presión, de manera que las gotas de agua salen en forma de “perlas”.





FIG.5 y FIG.6 - Fuente: www.aguaflux.es (2015).

— Atomizadores y Rociadores de Chorro Pulsante, de Burburjas, de Champagne o de Masaje*: Algunas duchas de teléfono ofrecen diferentes opciones de salida en el propio cabezal, poniendo en marcha otros sistemas que también favorecen el ahorro de agua.

Entre las alternativas más comunes destaca el denominado atomizado, que produce una dispersión más fina de las gotas de agua (niebla), creando una sensación mayor de humedad con menor caudal. En este grupo también se puede incluir el chorro pulsante o champagne, basado en una casi imperceptible interrupción del flujo de agua realizada de manera repetida. En principio la función de este mecanismo es provocar una sensación de masaje (y es así como se oferta comercialmente), pero indirectamente también consigue un ahorro de agua.



FIG.7 - Fuente: www.aguaflux.es (2015) .

— Interruptores del Flujo de Agua*: Este sistema se coloca al inicio del flexo de la ducha y su única misión es la de bloquear el paso del agua sin tener que cerrar el grifo evitándose manipular la mezcla de agua (sobre todo en los grifos bimando), facilitando las operaciones de cierre en los momentos en los que el flujo de agua no es imprescindible (enjabonado).



FIG.8 - Fuente: www.ahorraragua.org (2015).

1.2. REDUCTORES, LIMITADORES O CONTROLADORES DE CAUDAL:

Los limitadores de caudal reducen la cantidad de agua que sale del grifo. Los tipos existentes son:

— Limitadores de caudal estáticos y estranguladores: Se basan en la disminución de la sección de paso del agua, mermando por lo tanto la cantidad de agua que pasa por un punto. En general, funcionan correctamente a las presiones de servicio habituales (1-3 bares), pero no garantizan unas óptimas condiciones de servicio a bajas presiones. Los estranguladores reducen la sección de paso aumentando el grosor de las paredes de los conductos y los discos con orificios graduados en el centro.



FIG.9 - Fuente: Hogares Verdes Canarias.

— Controladores de caudal en función de la presión: Más sofisticados que los anteriores, pero de similar apariencia externa, se comportan de una manera dinámica en función de la presión a la que son sometidos. Habitualmente están compuestos por una pieza de plástico en forma de anillo situada en un punto por donde debe pasar toda el agua. Cuando la presión sobre la goma es muy alta, ésta se tensa, reduciendo el paso de agua, mientras que cuando la presión disminuye, el anillo se relaja, aumentando la sección de paso.



FIG.10 - Fuente: Hogares Verdes Canarias.

1.3. REDUCTORES DEL ÁREA DE DIFUSIÓN:*

La simple concentración del chorro de salida consigue un considerable ahorro sin reducir la cantidad de agua útil por unidad de superficie.

1.4. REDUCTORES DE PRESIÓN:

Son dispositivos que permiten regular la presión en salida a valores óptimos predefinidos.

Su principio de funcionamiento se basa en el equilibrio entre dos fuerzas opuestas. Por un lado, el muelle empuja el obturador hacia abajo, en el sentido de apertura del reductor y, por otro, la membrana, empujada por la presión aguas abajo, tiende a llevar el obturador hacia arriba, en el sentido de cierre del reductor. Al abrir el grifo en la línea aguas abajo del reductor, disminuye la presión debajo de la membrana. La fuerza del muelle es superior a la ejercida por el agua debajo de la membrana: el muelle empuja el obturador hacia abajo con lo cual se abre el paso del agua.



FIG.11 - Fuente: https://cofansa.wordpress.com

*: Estos dispositivos son específicos de los rociadores de ducha y no suelen incorporarse a otros tipos de grifería.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

Al elegir dispositivos de ahorro, se recomienda:

— Adquirir productos que permitan una larga duración del equipo y facilidad de reparación. Usar objetos monomateriales y, a poder ser, metálicos, para garantizar su resistencia y durabilidad (palancas de los monomandos, aireadores-perlizadores, etc.).

— Comprar productos cuyos componentes sean reciclables (elementos metálicos de grifería) y reducir residuos en la eliminación del embalaje superfluo.

El caudal no deberá exceder de 8 litros por minuto a una presión entre 1 y 3 bares, o 9 litros por minuto a una presión entre 3 y 5 bares. En el caso de que exista una presión superior a 5 bares es preciso colocar un regulador de presión en la red general.

CONSTRUCCIÓN.

Los aireadores se colocan fácilmente con una llave.

MANTENIMIENTO.

El buen mantenimiento del aireador consiste en frotar suavemente con la yema del dedo la película de silicona que recubre el mismo.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

El cálculo del ahorro de agua que cada tipo de mecanismo puede proporcionar se obtiene como diferencia entre el gasto original y la reducción prevista.

También se calculará el periodo de retorno de la inversión a realizar, para seleccionar aquellas inversiones que resulten más rentables.

Para ello se calculará el periodo de retorno ponderado, como cociente entre el periodo de retorno de la inversión y la vida útil:

El periodo de retorno de la inversión se calculará a su vez como cociente entre el coste de inversión y el ingreso económico (suma del ahorro en agua y energía).

$$PBP_i = \frac{PB_i}{VU_i}$$

$$PB_i = \frac{CIV_i}{IEA_i}$$

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Guía de sistemas de ahorro de agua en la edificación. Instituto Valenciano de la edificación. Enlace: http://www.five.es/tienda/product_info.php?products_id=170

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Dispositivo	Coste (euros)
Aireador o Perlizador y Atomizador	Media: 6,00 (3,00**/8,80*)
Rociador de Chorro Pulsante, de Burbujas o Masaje	Media: 24,00 (18,00-30,00***)
Reductor de caudal en duchas (Limitador de caudal estático)	2,70**

BANCO PRECIOS.

*Instituto Valenciano de la Edificación. / **Zinnae (2013).

***Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Programa Hogares Verdes.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Guía de sistemas de ahorro de agua en la edificación. Instituto Valenciano de la Edificación. http://www.five.es/tienda/product_info.php?products_id=170

Guía de Hidroeficiencia energética. 2012. Comunidad de Madrid. Fenercom. http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-Hidroeficiencia-fenercom-2012.pdf

El ahorro de agua doméstica. Guía del usuario. Área de Medio Ambiente. Diputación de Barcelona. http://www1.diba.cat/llibreria/pdf/49525.pdf

AA.VV. 2002. *Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos. Guías prácticas para un uso eficiente del agua.* Fundación Ecología y Desarrollo. Zaragoza.

Cobacho R., Arregui F., Gascón L., Cabrera Jr. E. 2004. *Low-flow devices in Spain: how efficient are they in fact. An accurate way of calculation*. Revista Water Science & Technology: Water Supply. Volumen 4, Número 3.

AB-02

GRIFERÍAS HIDROEFICIENTES

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

GRIFERÍAS O GRIFOS DE BAJO CONSUMO,
GRIFERÍAS O GRIFOS DE BAJO FLUJO,
GRIFERÍAS O GRIFOS ECOLÓGICOS.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

LOW-FLOW TAPS.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

Estas griferías, hídricamente más eficientes, han sido concebidas para una reducción en el consumo de agua en fregaderos, lavabos, bidés, bañeras y duchas y, por lo tanto, en la demanda de agua potable en los edificios. Los elementos que las componen dependerán del sistema utilizado para conseguir un fin u objetivo planteado en cada caso.

La idea es colocarlos desde el inicio en las obras de nueva planta aunque también es posible sustituir grifos ya instalados en edificaciones más recientes.

Forma de funcionamiento:

El sistema de funcionamiento de estos elementos es muy variado. Básicamente, los sistemas existentes se plantean los siguientes objetivos en función del momento en que se produzca el ahorro:

— La mínima pérdida de agua en los primeros minutos de uso en los que se adaptan las condiciones del agua a los requerimientos personales (caudal y presión exactos, temperatura, etc...).

— La mínima utilización de recursos hídricos durante el servicio, ajustando al máximo la presión y el caudal.

— La minimización de pérdidas de agua una vez terminado el servicio. Esta pérdida suele ser más importante en edificios de uso público donde los usuarios no están pendientes del cierre del dispositivo.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

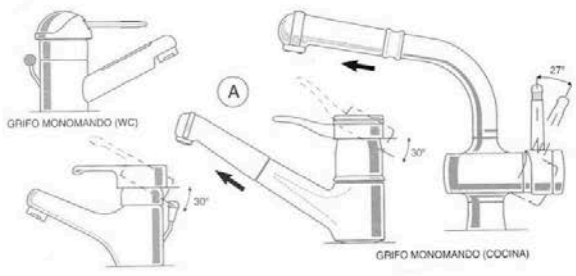






FIG.1 - Fuente: Palma Carazo (2003).

FIG.2 - Fuente: http://www.tresgriferia.com y www.plataformaarquitectura.cl (2015).

FIG.3 - Fuente: http://www.tresgriferia.com y www.plataformaarquitectura.cl (2015).

CLASIFICACIÓN:

1.1. GRIFERÍAS MEZCLADORAS BIMANDO

Este sistema fue un primer paso para el ahorro de agua y sustituyó a sistemas con dos caños diferentes para agua caliente y fría aunque aún tenían un mando para cada uno al igual que los modelos que todavía perduran.



FIG.4 - Fuente: www.dbrico.com/es (2015)

1.2. GRIFERÍAS MONOMANDO DE CIERRE MANUAL

Tienen un único mando para controlar la mezcla de agua fría y caliente agilizándose así la obtención de las condiciones de uso adecuadas frente a las bimando. Se usan fundamentalmente en el ámbito doméstico y se basan básicamente en el control del caudal.

— Grifería monomando estándar: Se basan en el hecho de tener un único mando que agiliza la obtención de las condiciones de caudal y temperatura sin ningún otro tipo de solución adicional.

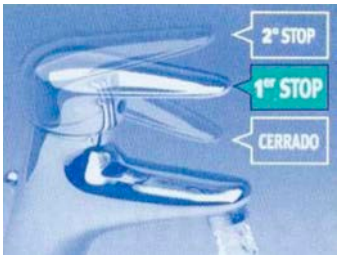


FIG.5 - Fuente: López-Patiño (2008).

— Grifería monomando de doble accionamiento, de apertura en dos fases o escalonada: Evita la apertura instintiva al 100% del recorrido reduciendo el caudal entregado por el grifo al incorporar un tope intermedio en el recorrido vertical de la palanca. De esta forma, el usuario encuentra una pequeña resistencia que hace que la palanca del monomando se ubique en una posición intermedia, proporcionando un caudal considerado eficiente. En el caso de que sea preciso disponer de los 10-12 litros que proporciona un grifo tradicional, simplemente hay que vencer el citado tope y abrir el grifo completamente.

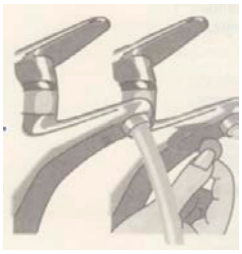


FIG.6 - Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002).

— Grifería monomando con sistema de regulación de caudal: La función de estos mecanismos es limitar internamente el paso del agua de manera que, al abrir a topo el monomando, no dispongamos del caudal máximo.



FIG.7 - Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002).

— Grifería monomando de apertura en frío: Este sistema evita que el grifo proporcione mezcla de agua fría y caliente al 50% cuando el mando está en posición central, ya que, al abrir el grifo en dicha posición saldría únicamente agua fría. Este sistema no reduce el gasto de agua, pero evita el consumo innecesario de energía y la emisión de gases de efecto invernadero.

1.3. GRIFERÍAS MONOMANDO DE CIERRE AUTOMÁTICO, TEMPORIZADAS O AUTOMÁTICAS

Son las más recomendables en instalaciones públicas, es decir, en cualquier uso con usuarios ocasionales no vinculados a los costes del manutención, como edificios de uso Administrativo (oficinas,...) y de Pública Concurrencia. Se basan en la descarga de una cantidad fija de caudal.

— Grifería temporizada con pulsador estándar (Mecánicas o Electrónicas): Se pulsa para su uso y su funcionamiento dura un tiempo establecido sin ser necesario una nueva pulsación para su cierre.



FIG.8 - Fuente: http://www.tresgriferia.com (2015)

— Grifería temporizada con pulsador con mecanismo de cierre voluntario: Son como las anteriores pero permite al usuario efectuar el cierre antes de que se produzca toda la descarga programada.

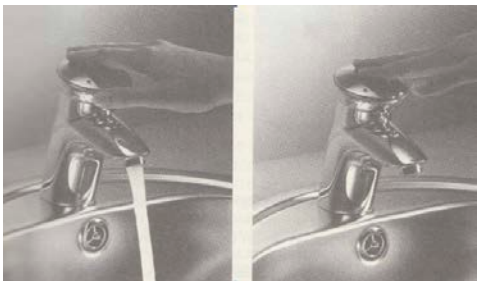


FIG.9 - Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002).

— Griferías Electrónicas por Infrarrojos: El accionamiento se produce al detectarse la presencia de la mano al acercarse al grifo. Mientras el usuario tiene las manos en posición de demanda, el flujo permanece constante, interrumpiéndose inmediatamente en el momento en que retira las manos ajustando al máximo el gasto de agua.



FIG.10 - López-Patiño (2008).

— Griferías Electrónicas por Radar: Detecta la variación en la onda de una señal emitida. El campo de detección es mayor en este caso que en el anterior.



FIG.11 - Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002).

La mayoría no permite controlar temperatura, por lo que sólo se suelen usar para agua fría.

1.4. GRIFERÍAS Y VÁLVULAS TERMOSTÁTICAS

Se usan mucho en Instalaciones Públicas y permiten el control del caudal y mantener una determinada temperatura constante. También se pueden instalar en edificios residenciales.

— Por combinación de metales termosensibles: Se emplean diferentes metales en un mismo regulador para evitar los cambios bruscos de temperatura.

— Con diafragma con fluido volátil.

— Con sistema de cápsula de cera.



FIG.12 - Fuente: www.leroymerlin.es (2015).

RECOMENDACIONES:

DISEÑO.

El agua caliente en los edificios destinados a oficinas no es imprescindible y conlleva un notable incremento del consumo de energía y emisión de gases de efecto invernadero. Por ello, se recomienda la instalación generalizada de grifos de un solo agua (agua fría), incorporando el aporte de agua caliente en los casos puntuales que se considere adecuado.

En el caso de duchas:

— Si son colectivas, se recomienda priorizar la instalación de sistemas de agua caliente premezclada con un solo grifo temporizado por ducha. De esta forma se evita el despilfarro de agua debido a las operaciones del ajuste de temperatura. Existen algunas propuestas de grifos temporizados que permiten el bloqueo del pulsador para vaciarlo de modo que no quede agua estancada en la columna y evitar de esta forma la proliferación de la bacteria legionella. No obstante, esta opción no se encuentra disponible comercialmente a fecha actual.

— Si son individuales (residencias, vestuarios aislados, etc.), la grifería termostática es la que garantiza las mejores condiciones para poder realizar un uso responsable del agua (evita operaciones de tanteo, facilita el cierre cuando no es necesaria, etc.).

En el caso de las tomas de agua dedicadas a los servicios de limpieza (vertederos) no se recomienda instalar sistemas de cierre temporizado o reducción de caudal, puesto que el fin de ese dispositivo es completar un volumen determinado de agua.

CONSTRUCCIÓN.

Las griferías son de fácil instalación mediante un sencillo anclaje en la pica con conexión de dos latiguillos agua fría y agua caliente.

MANTENIMIENTO.

Las griferías son de fácil mantenimiento también. No se requiere mantenimiento especial. En cuanto a la limpieza se realizará periódicamente. Las superficies cromadas deben limpiarse únicamente con un paño y agua clara. No deben utilizarse productos que contengan sustancias abrasivas.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

El cálculo del ahorro de agua que cada tipo de mecanismo puede proporcionar se obtiene como diferencia entre el gasto original y la reducción prevista.

También se calculará el periodo de retorno de la inversión a realizar, para seleccionar aquellas inversiones que resulten más rentables.

Para ello se calculará el periodo de retorno ponderado, como cociente entre el periodo de retorno de la inversión y la vida útil:

El periodo de retorno de la inversión se calculará a su vez como cociente entre el coste de inversión y el ingreso económico (suma del ahorro en agua y energía).

$$PBP_i = \frac{PB_i}{VU_i}$$

$$PB_i = \frac{CIV_i}{IEA_i}$$

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Guía de sistemas de ahorro de agua en la edificación. Instituto Valenciano de la edificación. Enlace: http://www.five.es/tienda/product_info.php?products_id=170

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Dispositivo	Coste (euros)
Grifería mezcladora bimando	65,00-100,00
Grifería monomando estándar	75,56 /// Freg.: 87,59*****
Grifería monomando de apertura escalonada	Desde 59,00* /// 58,00-77,00** Fregadero: 86,50-93,10**
Grifería m. sistema de regulación de caudal	50,00-215,00****
Grifería monomando de apertura en frío	52-70****
Grifería lavabo temporizada (según tipo)	89,58-369,96 *****
Grifería ducha temporizada	462,98 *****
Grifería temporizada c/ pulsador cierre voluntario	287****
Grifería electrónica por infrarrojos	168,00-700,00****
Grifería termostática	141,5 /// 225****

BANCO PRECIOS (AÑO).

*Instituto Valenciano de la Edificación.
**Zinnae (2013).
***Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Programa Hogares Verdes.
**** Fundación Ecología y Desarrollo (2002).
***** Base de costes de la construcción de Andalucía (2014).

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Guía de sistemas de ahorro de agua en la edificación. Instituto Valenciano de la Edificación. http://www.five.es/tienda/product_info.php?products_id=170

Guía de Hidroeficiencia energética. 2012. Comunidad de Madrid. Fenercom. http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-Hidroeficiencia-fenercom-2012.pdf

El ahorro de agua doméstica. Guía del usuario. Área de Medio Ambiente. Diputación de Barcelona. http://www1.diba.cat/llibreria/pdf/49525.pdf

AA.VV. 2002. *Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos. Guías prácticas para un uso eficiente del agua.* Fundación Ecología y Desarrollo. Zaragoza.

Cobacho R., Arregui F., Gascón L., Cabrera Jr. E. 2004. *Low-flow devices in Spain: how efficient are they in fact. An accurate way of calculation*. Revista Water Science & Technology: Water Supply. Volumen 4, Número 3.

AB-03

INODOROS Y URINARIOS HIDROEFICIENTES

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

INODOROS Y URINARIOS DE BAJO CONSUMO,
INODOROS Y URINARIOS DE BAJO FLUJO,
INODOROS CON REDUCCION DE LA DESCARGA.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

(ULTRA) LOW FLOW TOILETS. LOW FLUSH TOILETS.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

Estos sistemas de eliminación de residuos, tanto líquidos como sólidos, situados generalmente en los cuartos de baño o aseos, han sido concebidos de manera especial para una reducción en el consumo de agua. En algunos casos, se trata de inodoros y urinarios con diseños especiales pero, en otros casos, la reducción de consumo hídrico se consigue manipulando la descarga de los aparatos existentes.

Es una de las tecnologías de su grupo con mayor influencia en el ahorro pues los inodoros normalmente representan hasta un tercio del consumo del agua de un hogar.

Forma de funcionamiento:

El sistema de funcionamiento de estos elementos es diferente según el grupo al que pertenecen:

— Los sistemas más básicos se basan en la reducción del volumen inicial de la descarga mediante algún tipo de manipulación de la cisterna. El problema es que, una vez realizada la manipulación, se produce siempre la misma reducción sin permitir diferentes niveles de descarga según las necesidades y, si no van asociados a un rediseño de la taza, a veces la cantidad de agua puede no ser suficiente para la limpieza.

— Otros sistemas ofrecen la posibilidad de descargar distinta cantidad de agua en función de la cantidad de materia orgánica a limpiar. Es decir, permiten una descarga o vaciado parcial de la cisterna en función de las necesidades.

— Por otro lado, hay inodoros y urinarios que adaptan de tal manera su diseño que la cantidad de agua que necesitan para su limpieza es mínima.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



FIG.1 - Fuente: Palma Carazo (2003).

FIG.2 - Fuente: Inodoro STEALTH http://blog.is-arquitectura.es (2015).

FIG.3 - Fuente: www.composttoilet.eu/ (2015).

CLASIFICACIÓN:

1.1. NUEVOS DISEÑOS DE TAZAS DE INODOROS Y URINARIOS

La mejora de los diseños de los aparatos permite aprovechar mejor el agua descargada y una mejor autolimpieza.

— Inodoro de bajo flujo o de alta eficiencia hídrica: Diseñado para limpiar el inodoro con menos de una cuarta parte del agua de un inodoro estándar.



FIG.4 - Fuente: http://blog.is-arquitectura.es (2015).

— Inodoro-WSS de muy bajo flujo: Es un inodoro de muy bajo consumo. La mayor virtud de este inodoro está en que consume aproximadamente un 37% menos de agua que otro catalogado como de alta eficiencia. Su secreto radica en que aprovecha la energía creada por el llenado de su cisterna, para utilizar un sistema patentado y transferir aire al sifón del desagüe. Al pulsar el botón de descarga, y de forma silenciosa, todos los residuos son arrastrados, empleando en el proceso tan sólo 3 litros. No es recomendable instalarlo para un uso no residencial, ni tampoco si existe una salida horizontal de la tubería mayor a los 6 metros.

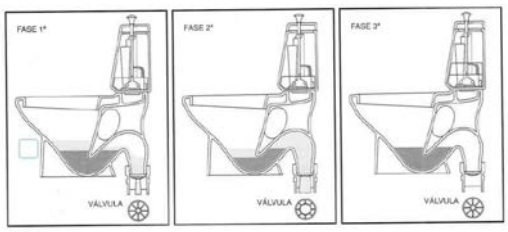


FIG.5 - Fuente: Palma Carazo (2003)

— Inodoro seco de compostaje: En principio, tiene un gasto nulo de agua. Significa que la materia orgánica y la inorgánica son separadas en origen. Siguen su propio circuito donde mediante

una serie de procesos simplificados se consigue reducir la biomasa en un 90-95% convirtiéndolo en materia orgánica desactivada, desprendiendo vapor de agua y dióxido de carbono.

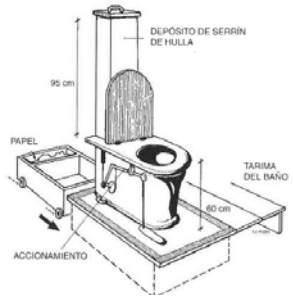


FIG.6 - Fuente: Palma Carazo (2003)

— Urinario de bajo flujo: Es un urinario de muy bajo consumo hídrico, gracias a su diseño.



FIG.7 - Fuente: http://caryosa.com (2015)

1.2. SISTEMAS ADICIONALES EN CISTERNAS EXISTENTES EN SISTEMAS DE DESCARGA POR GRAVEDAD

Son sistemas en los que se manipula la cisterna para reducir la descarga. Hay varios:

— Sistemas de desplazamiento: Su rudimentario mecanismo se basa en la introducción en la cisterna de un elemento con un volumen determinado de manera que se reduzca la cantidad de agua que puede almacenar la cisterna.



FIG.8 - Fuente: www.made-in-china.com (2015)

— Sistemas de contención: Las denominadas presas de cisterna se colocan dentro de la misma, a modo de dique, alrededor del mecanismo de descarga, quedando parte del agua retenida.

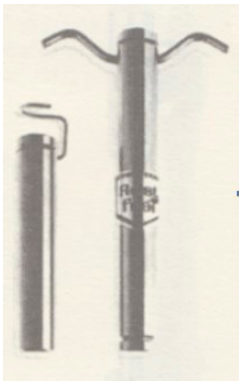


FIG.9 - Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002).

— Sistemas de cierre automático: Estos sistemas no requieren de una segunda acción por parte del usuario para finalizar la descarga de agua. Es el usuario el que tiene que tener accionado el tirador de descarga para que se mantenga la salida de agua.
- Con pesos.
- Con topes en el descargador.
- Con cierre rápido por presión.

1.3. CISTERNAS CON DOBLE NIVEL DE DESCARGA EN SISTEMAS DE DESCARGA POR GRAVEDAD

La descarga se adapta a las necesidades de arrastre:

— De descarga interrumpible o de interrupción de la descarga: El usuario controla el cierre de la descarga de manera manual. Así, en vez de realizarse una descarga completa del inodoro, al controlarse el momento final de la descarga no se vacía todo el contenido de la cisterna con el consiguiente ahorro. Este tipo de tecnología no es eficiente por sí misma, sino que precisa la colaboración del usuario para resultar ahorradora. Por ello, debe de ir acompañada de la consiguiente información de manejo (adhesivos junto al pulsador, carteles en la entrada, etc...)

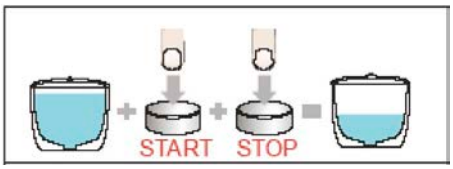


FIG.10 - Fuente: López-Patiño (2008).

— De doble pulsador: El sistema permite dos opciones de descarga en función de las necesidades adaptándose a éstas el caudal utilizado. En este caso, el sistema se para automáticamente cuando se vacía la cantidad establecida por el sistema y no necesita un segundo accionamiento para el cierre.

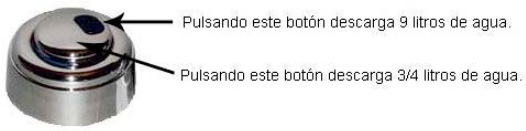


FIG.11 - Fuente: http://www.aquastanding.com (2015).

1.4. CISTERNAS EN SISTEMAS DE DESCARGA PRESURIZADA

Están provistos de un dispositivo (mecánico o electrónico) que produce una descarga de agua que procede directamente de la red de tuberías o de un depósito de acumulación intermedio. Como la presión viene de la red alcanza una elevada potencia de descarga lo que permite un lavado muy eficaz.

— Fluxores: Se incorporan a instalaciones de tipo público principalmente ya que no es necesario esperar al llenado de las cisternas estando siempre listos para la descarga. Por otro lado, la elevada presión permite realizar una descarga muy eficaz en poco tiempo, consiguiendo una limpieza exhaustiva y ocupan un reducido espacio con pocas zonas expuestas al vandalismo.
- Fluxores temporizados: Instalación de llaves unitarias en cada fluxor que permite cortar inmediatamente el flujo en cada uno de ellos.
- Fluxores de doble descarga: Descargaría agua en función de las necesidades.

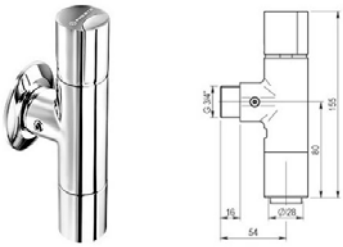


FIG.12 - Fuente: www.ecologicbarna.com (2015).

— Sistemas de descarga electrónicos: Se accionan mediante detectores de presencia o células fotoeléctricas.

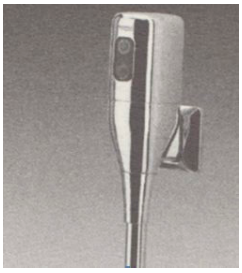


FIG.9 - Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002),

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

También hay tener presente que cuanto mayor es la distancia del inodoro a la bajante, mayor volumen se necesita para que se produzca el arrastre sólido.

Para edificios públicos con problemas o riesgo de vandalismo es preferible instalar sistemas de descarga presurizada (fluxores). Estos mecanismos consiguen una menor eficiencia si el usuario está sensibilizado, pero garantizan unos consumos óptimos en casos generales y evitan gasto adicional por reparación o reposición de elementos. El mecanismo de descarga debe disponer de llave de regulación y corte incorporada. Asimismo debe estar regulado para que en cada uso no se consuma más de 8 litros.

Previamente a la instalación de estos aparatos se debe realizar un estudio de presión de la red de forma que el servicio esté garantizado.

Se recomienda la instalación de urinarios con grifos temporizados (mecánicos o electró-

nicos) en los servicios masculinos. El sistema de descarga se activará individualmente para cada urinario, quedando prohibida la limpieza conjunta de los urinarios, así como su limpieza automática periódica.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

El cálculo del ahorro de agua que cada tipo de mecanismo puede proporcionar se obtiene como diferencia entre el gasto original y la reducción prevista.

También se calculará el periodo de retorno de la inversión a realizar, para seleccionar aquellas inversiones que resulten más rentables.

Para ello se calculará el periodo de retorno ponderado, como cociente entre el periodo de retorno de la inversión y la vida útil:

El periodo de retorno de la inversión se calculará a su vez como cociente entre el coste de inversión y el ingreso económico (suma del ahorro en agua y energía).

$$PBP_i = \frac{PB_i}{VU_i}$$

$$PB_i = \frac{CIV_i}{IEA_i}$$

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Guía de sistemas de ahorro de agua en la edificación. Instituto Valenciano de la edificación. Enlace http://www.five.es/tienda/product_info.php?products_id=170

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Dispositivo	Coste (euros)
Sistema de desplazamiento (botella)	2,00
Sistema de desplazamiento (Bolsa reductora de caudal)	3,25****
Presa reductora de caudal	23,70****
Sistema de interrupción de la descarga	10,00-15,00**** /// 26,30
Sistema de doble pulsador	15,00-25,00**** /// 50,50
Inodoro con doble pulsador	137,00*
Inodoro-WSS de muy bajo flujo	$395,00-850,00
Inodoro de bajo flujo	$360,00-775,00
Grifería urinario temporizada	91,74*****
Inodoro seco de compostaje	585,95 -1528,10
Fluxor temporizado para inodoro	26,00-42,00****
Fluxor temporizado para urinario	42,00****
Sistemas de descarga electrónicos	665,00****
Sustitución cisterna	60

BANCO PRECIOS.

*Instituto Valenciano de la Edificación.

**** Fundación Ecología y Desarrollo (2002).

***** Base de costes de la construcción de Andalucía (2014).

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA .

Guía de sistemas de ahorro de agua en la edificación. Instituto Valenciano de la Edificación. http://www.five.es/tienda/product_info.php?products_id=170

Guía de Hidroeficiencia energética. 2012. Comunidad de Madrid. Fenercom. http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-Hidroeficiencia-fenercom-2012.pdf

El ahorro de agua doméstica. Guía del usuario. Área de Medio Ambiente. Diputación de Barcelona. http://www1.diba.cat/llibreria/pdf/49525.pdf

AA.VV. 2002. *Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos. Guías prácticas para un uso eficiente del agua*. Fundación Ecología y Desarrollo. Zaragoza.

Barberán Ortí, R. y Colás Elvira, D.J. "La renovación de los equipamientos asociados al uso de agua en viviendas y edificios. Evaluación ambiental, financiera y económica para la ciudad de Zaragoza". Clúster Urbano para el Uso Eficiente del Agua (ZINNAE). Zaragoza, 2013. Publicación realizada en el marco del proyecto RENOVE.

Philip, R. Kit de capacitación SWITCH. Módulo 3 Abastecimiento de Agua. 2011
Descargable en http://www.switchtraining.eu/espanol/

AB-04

ELECTRODOMÉSTICOS DE BAJO CONSUMO HÍDRICO

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

ELECTRODOMÉSTICOS HIDROEFICIENTES

TÉRMINOS EN INGLÉS:

LOW-FLOW DOMESTIC APPLIANCES

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

Se trata de fomentar, tanto a nivel doméstico como en edificios públicos, el uso de determinados electrodomésticos, como lavadoras, lavaplatos/lavavajillas e incluso algunos aparatos usados en el acondicionamiento térmico de los espacios (sistemas de calefacción, aparatos de aire acondicionado con recuperación de agua, climatizadores,...), que incorporan tecnologías que, además de un importante ahorro de energía, consiguen un importante ahorro de agua.

En el caso de las lavadoras, cualquier mejora que realicemos tendrá una repercusión inmediata en los valores totales, ya que el agua consumida en el lavado de ropa representa en torno al 7% del gasto total de agua de una vivienda.

En los lavavajillas, el consumo por ciclo es menor que en las lavadoras.

Forma de funcionamiento:

El sistema de funcionamiento de estos elementos es muy variado dependiendo del objetivo. Fundamentalmente, son sistemas de tipo mecánico o electrónico. Cada equipo puede incorporar una o varias soluciones de las comentadas.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:





FIG.1 - Fuente: http://www.furgovw.org (2015).

FIG.2 - Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002).

CLASIFICACIÓN:

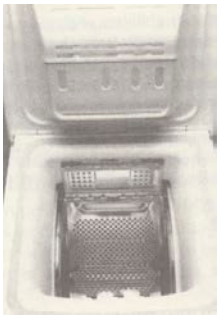
1.1. LAVADORAS

Los sistemas más utilizados para ahorro de agua en las lavadoras son:

— Uso de lavadoras de carga frontal o de carga superior con eje horizontal.

— Sistemas mecánicos para ahorro de agua:
- Válvulas antirretorno que evitan que se pierdan por el desagüe tanto agua como detergente.
- Sistema de corte de suministro si hay fugas.
- Filtro de retención de objetos que evitan la obstrucción del desagüe.

— Sistemas electrónicos para ahorro de agua:
- Programación específica según características del lavado.
- Sensores de turbiedad.
- Sistemas de ajuste de agua en función de la carga de ropa.
- Sistemas electrónicos de prerremojo sustituyen al prelavado.
- Recuperadores de agua que permiten reciclarla.





FIGS. 3 y 4 - Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002) y http://www.decoestilo.com (2015)

1.2. LAVAVAJILLAS O LAVAPLATOS

Los sistemas más utilizados para ahorro de agua en lavavajillas son:

— Uso de aparatos más ahorradores:
- Lavavajillas de 12 cubiertos: ahorran más agua que los de 6 cubiertos.
- Lavavajillas con renovación de agua en cada fase de lavado.

— Sistemas mecánicos para ahorro de agua:
- Válvulas antirretorno
- Sistema de corte de suministro en caso de fugas
- Lavado intermitente por impulsos.
- Limpieza del descalcificador únicamente al llegar a saturación.
- Programas económicos que reducen el consumo hídrico.

— Sistemas electrónicos para ahorro de agua:
- Sistemas de detección suciedad de agua de prelavado para reutilización.
- Adaptación automática de temperatura al nivel de suciedad.
- Sistemas de detección de la carga mediante sensor automático.




FIGS. 5 y 6 - Fuente: http://www.casabioclimatica.com (2015) y www.bosch-home.es (2015).

1.3. APARATOS DE ACONDICIONAMIENTO TÉRMICOS DE ESPACIOS:

— Equipos domésticos de climatización basados en condensación de agentes frigoríficos con sistema de recuperación de agua.

— Algunas grandes instalaciones de climatización:
- Torres de refrigeración.
- Sistemas de aire acondicionado.

1.4. TERMOS PARA CALENTAMIENTO DE ACS

Se recomienda los calentadores de agua instantáneos. Los hay de varios tipos:
- Convencionales.
- Electrónicos.

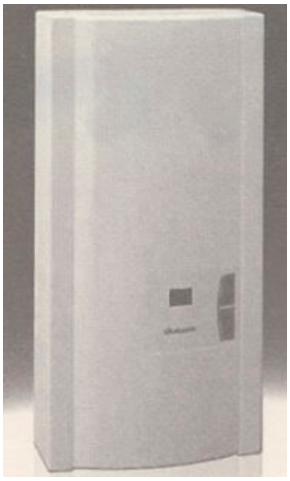


FIG.7 - Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002)

*: Estos dispositivos son específicos de los rociadores de ducha y no suelen incorporarse a otros tipos de grifería.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

La correcta elección de una lavadora o lavavajillas, doméstico o industrial, puede significar, con respecto al lavado a mano o al lavado con antiguos modelos, ahorros del 30% solamente en agua.

— A la hora de elegir una lavadora, hay que elegir aquellas que tengan la correspondiente "eco-etiqueta" reguladora de la Unión Europea que indica el grado de eficiencia económica y ecológica en función de unos parámetros de consumo energético y de agua, así como de generación de ruido. Para la concesión de dicha etiqueta ecológica de la UE, una lavadora doméstica deberá utilizar un máximo de 17 litros de agua por kilo de ropa, además de otras características no hidráulicas.

— Para la correcta elección de un lavavajillas, los fabricantes también están obligados a indicar las características de consumo en una etiqueta. Para acceder a la "eco-etiqueta" de la UE, el consumo máximo nunca superará los 1,85 litros por cubierto en modelos de 10 o más cubiertos y de 2,25 por cubiertos en modelos inferiores. Por ello, los modelos de 6 y los de 12 cubiertos, consumen casi la misma cantidad de agua por lo que compensa comprar el de 12 cubiertos. En el caso de los lavavajillas industriales, a partir de 200 servicios se recomienda el empleo de trenes de lavado, los cuales deberán incorporar un sistema de reciclaje del agua de aclarado.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

El cálculo del ahorro de agua que cada tipo de mecanismo puede proporcionar se obtiene como diferencia entre el gasto original y la reducción prevista.

También se calculará el periodo de retorno de la inversión a realizar, para seleccionar aquellas inversiones que resulten más rentables.

Para ello se calculará el periodo de retorno ponderado, como cociente entre el periodo de retorno de la inversión y la vida útil:

El periodo de retorno de la inversión se calculará a su vez como cociente entre el coste de inversión y el ingreso económico (suma del ahorro en agua y energía).

$$PBP_i = \frac{PB_i}{VU_i}$$

$$PB_i = \frac{CIV_i}{IEA_i}$$

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Guía de sistemas de ahorro de agua en la edificación. Instituto Valenciano de la edificación. Enlace: http://www.five.es/tienda/product_info.php?products_id=170

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Dispositivo	Coste (euros)
Lavadoras (capacidad de carga de 6 Kg)	400,00-900,00 ****
Lavavajillas (de 12 cubiertos)	445,00-600 ****

BANCO PRECIOS.

*** Fundación Ecología y Desarrollo (2002)

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Guía de sistemas de ahorro de agua en la edificación. Instituto Valenciano de la Edificación. http://www.five.es/tienda/product_info.php?products_id=170

Guía de Hidroeficiencia energética. 2012. Comunidad de Madrid. Fenercom. http://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/Guia-Hidroeficiencia-fenercom-2012.pdf

El ahorro de agua doméstica. Guía del usuario. Área de Medio Ambiente. Diputación de Barcelona. http://www1.diba.cat/llibreria/pdf/49525.pdf

AA.VV. 2002. *Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos. Guías prácticas para un uso eficiente del agua*. Fundación Ecología y Desarrollo. Zaragoza.

Barberán Ortí, R. y Colás Elvira, D.J. "La renovación de los equipamientos asociados al uso de agua en viviendas y edificios. Evaluación ambiental, financiera y económica para la ciudad de Zaragoza". Clúster Urbano para el Uso Eficiente del Agua (ZINNAE). Zaragoza, 2013. Publicación realizada en el marco del proyecto RENOVE.

Philip, R. Kit de capacitación SWITCH. Módulo 3 Abastecimiento de Agua. 2011
Descargable en http://www.switchtraining.eu/espanol/

WEBS.

- Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Programa Hogares Verdes.

OTRAS OBSERVACIONES:

OBSERVACIONES GENERALES SOBRE DATOS DE CONSUMO:

El dato de consumo aportado por cada modelo es, habitualmente, el del programa "Eco" o de bajo consumo. Otros programas pueden tener consumos más elevados.

Las nuevas etiquetas energéticas (obligatorias ya en 2012 en la Unión Europea) no incluyen el dato de consumo de agua por ciclo de lavado (*) sino un nuevo dato denominado "consumo anual", que se proporciona en litros / año. En el caso de las lavadoras, el cálculo de este "consumo anual" se hace multiplicando el agua que el aparato consume en un ciclo por 220. En el caso de los lavavajillas, por 280.

AB-05

GALERÍAS DE SERVICIO

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

GALERÍAS TÉCNICAS O CÁMARAS PARA INSTALACIONES.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

TECHNICAL GALLERY.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

Son infraestructuras subterráneas destinadas a alojar las conducciones de los diferentes suministros públicos. Este sistema de alojamiento de las instalaciones urbanas es realmente interesante para la rápida detección de dichas fugas y para su posible reparación o sustitución. Permite el enterramiento de las instalaciones urbanas pero, a su vez, su visibilidad, acceso, control y tratamiento del conjunto en cualquier momento sin necesidad de levantar los pavimentos, sin olvidar en ningún momento la seguridad de los diferentes componentes de las instalaciones y la de los usuarios. Este sistema constituye un sistema seguro y reduce el impacto ambiental en las ciudades de manera importantísima. Son la solución racional, a largo plazo, al actual caos existente en las canalizaciones y conductos de comunicación de todo tipo en las calles, con un mínimo de anchura, en las ciudades y pueblos.

Lo ideal es introducirlo en zonas nuevas de la ciudad pues en la ciudad ya consolidada es complicado debido a la maraña de instalaciones preexistente. Es una solución complicada para intervenciones de Rehabilitación de Barriadas.

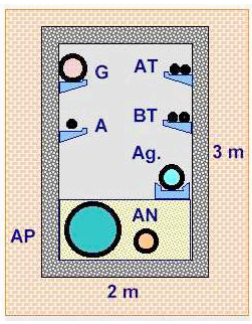
Por otro lado, aunque la calidad del servicio a los usuarios es mayor que en los sistemas de alojamiento tradicionales, tienen un coste inicial mayor. Además, muchas compañías suministradoras, no apoyan esta solución por miedo a sabotajes de la competencia para lo que se están diseñando sistemas de protección específicos a base de rejillas o cajones de diferente tipo.

Con el objeto de no lesionar los legítimos intereses de todas las empresas o entidades distribuidoras de los distintos servicios, se hace preciso por parte del municipio, establecer una serie de ordenanzas, en las que habría que considerar entre otras circunstancias, que los tendidos de los distintos suministros sea posible realizarlos en diferentes etapas.

Forma de funcionamiento:

Se trata de reservar un espacio accesible e incluso transitable en algunas ocasiones para el alojamiento de las instalaciones urbanas. Generalmente, las diferentes instalaciones se organizan en bandejas colocados en sus laterales, pudiendo ser visitables o no según sus dimensiones y posibilidades de acceso.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



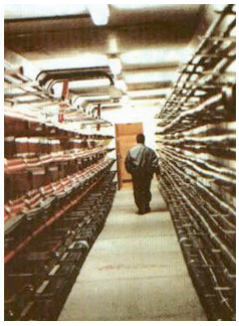



FIG.1 - Fuente: http://editorial.dca.ulpgc.es

FIGS.2 y 3 - Fuente: http://editorial.dca.ulpgc.es.

CLASIFICACIÓN:

1.1. GALERÍAS DE SERVICIOS VISITABLES:

Por sus características y dimensiones, permiten un acceso libre en la totalidad de su recorrido para hacer operaciones de instalación, conservación, mantenimiento y reparación de las diferentes redes. Estas infraestructuras visitables se suelen denominar Galerías de Servicios Públicos (GSP).

A su vez hay dos tipos:

— Galería con andén.

— Galería sin andén.

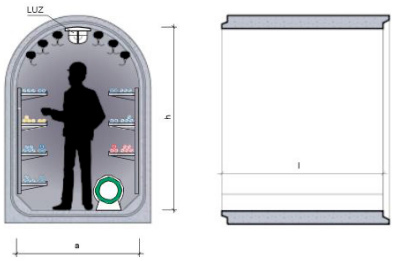


FIG.4 - Fuente: http://www.borondo.es (2015).

1.2. GALERÍAS DE SERVICIOS REGISTRABLES / NO VISITABLES O CAJONES DE SERVICIOS

Son infraestructuras o corredores cubiertos con losas y accesibles desde el exterior que permiten la instalación en su interior de las conducciones y servicios de las diferentes empresas suministradoras.

Se les denomina también Cajones de Servicio y son construcciones de sección rectangular (por lo general). Se sitúan por lo general debajo de las aceras y en su trazado su eje discurre en paralelo a la alineación del bordillo de las aceras.

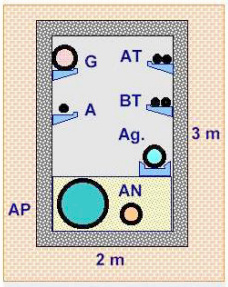


FIG.5 - Fuente: http://editorial.dca.ulpgc.es

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

Se enumeran a continuación una serie de cuestiones clave a coordinar para el diseño arquitectónico y urbano de las galerías de servicio:

— Se diseñará el acceso a su interior de forma centralizada desde una central externa que vigilará el buen funcionamiento de todos los servicios del área.

— Se diseñará para la circulación de, como mínimo, un operario de pie en el interior de la galería.

— Esta se debe acondicionar adecuadamente mediante un correcto acondicionamiento, una correcta ventilación y todos los sistemas necesarios de seguridad (refugios, alarmas,...) para casos de accidente. Entre otras medidas, existirán puertas que separen los diferentes tramos de galería en compartimentos estancos, restringiendo los accesos e incrementando la seguridad de la galería en caso de avería grave.

— Se evitará la previsible patología superficial entre los peatones, fruto de la presencia concurrente de campos electromagnéticos y las vías de agua. Los asientos para reposo de los peatones se habrán de apartar de las zonas «enfermas».

— Se preverá una obra complementaria a la galería por parte de los edificios de nueva construcción, mediante una conducción transversal que irá a parar a los servicios específicos de la finca.

— Por último, será necesaria la supresión progresiva de las antiguas conducciones enterradas, de los cables que cuelgan de las paredes y de las antenas de los techos, así como de las antenas afectadas por radioactividad y se llevará a cabo el reciclaje selectivo de los materiales.

Por otro lado, hay que tener en cuenta una serie de criterios de ordenación e incompatibilidades:

— Se debe de disponer de puntos de acceso y puntos de ventilación en las galerías.

— Todas las conducciones, siempre que sea posible, se dispondrán en las aceras, entre las fachadas y los árboles. Se colocarán a una distancia suficiente ya que las instalaciones pueden causar desperfectos en las primeras y, a su vez, las instalaciones pueden ser dañadas por las raíces de los elementos vegetales. Por otro lado, las reparaciones se complican si las instalaciones están cerca de otros elementos. Se debe mantener entre los árboles y las galerías separaciones mínimas de 1.50 metros, medidas desde los troncos de los árboles. Esto se hace para evitar que las raíces de los árboles causen problemas.

— Se preverá la separación necesaria entre algunas conducciones, cuya proximidad pueda resultar peligrosa, como la electricidad con el gas o el agua.

— Las instalaciones de tipo hidráulico discurrirán siempre por debajo de las de energía.

— Las conducciones de saneamiento irán siempre por debajo de las de agua potable. Las tuberías de saneamiento, deben mantener siempre pendientes decrecientes para que las aguas residuales puedan circular por gravedad, esto lleva a que la galería en algunos puntos tenga que ir a cierta profundidad, si en esos puntos el terreno se presenta rocoso los coste de excavación pueden incrementarse notoriamente

— En caso de sistema de saneamiento separativo, las aguas pluviales siempre deberán ir por encima de las aguas residuales.

— Las redes de gas no pueden instalarse dentro de las galerías para evitar peligrosas explosiones. Estas instalaciones deben colocarse en el exterior en paralelo con la galería. En el supuesto que la red se coloque dentro de la galería, hay que ventilarla adecuadamente y las tuberías de gas deben estar dentro de una protección, aunque esta medida encarezca considerable-

mente el tendido de la mencionada red.
— Hay que aislar convenientemente las tuberías de calefacción urbana, de lo contrario la temperatura dentro de la galería se elevaría más de lo deseable.
— Se preverá el paso por las galerías de la instalación regular de algunos servicios superficiales como coordinación de semáforos, farolas, cabinas de teléfonos, fuentes de agua pública, bocas de incendio, «pirulís» con medidores climáticos, paneles de publicidad o de expresión ciudadana, etc.

A partir de ello, las conducciones de las diferentes instalaciones urbanas se estratificarán en vertical según el siguiente orden:

1- telefonía
2- electrificación
3- alumbrado
4- gas
5- abastecimiento de agua
6- alcantarillado

La disposición en planta de las canalizaciones bajo las aceras seguirá el siguiente orden (partiendo de la fachada o límite de parcela y terminando en el bordillo):

1- media y baja tensión
2- agua potable
3- gas
4- telefonía
5- fibra óptica
6- comunicaciones municipales
7- tráfico
8- alumbrado
9- red de riego

La instalación de saneamiento habrá que estudiarla independientemente

Por último hay que cumplir una serie de distancias mínimas horizontales y verticales.

A continuación se definen las distancias mínimas con las que se tienen que separar las conducciones de las diferentes instalaciones.

— Las distancias mínimas en planta entre los diferentes servicios (medidas entre las generatrices exteriores más próximas) son las siguientes:

TIPOS DE INSTALACIONES	DISTANCIA MÍNIMA
ENTRE CONDUCCIONES DE GAS Y ELÉCTRICAS	0.20 M
ENTRE CONDUCCIONES DE AGUA Y ELÉCTRICAS	0.20 M
ENTRE CONDUCCIONES DE AGUA Y GAS	0.30 M
ENTRE CONDUCCIONES DE TELEFONÍA Y OTROS	0.20 M
CUALQUIER CONDUCCIÓN Y ARBOLADO	1.00 M

— En vertical, la distancia entre las redes de saneamiento y las de abastecimiento de agua (que estará situada siempre en un plano superior) y gas será de 0.50 m.

CONSTRUCCIÓN.

Es muy importante a la hora de planificar una galería de servicio las características del terreno debido a las tensiones a las que van a estar sometidos los muros de aquella. En caso de terrenos arcillosos, que se hinchan en presencia de agua, es necesario tomar medidas de tipo estructural.

También la profundidad del nivel freático es importante. Hay que comprobar si en el subsuelo donde se construyen las galerías existen freáticos importantes que puedan inundar las galerías una vez que éstas estén en funcionamiento.

MANTENIMIENTO.

Deben existir unos funcionarios o encargados de la vigilancia de las galerías, que realicen trabajos de inspección y control con independencia de la labor que a los efectos realicen los empleados de las empresas suministradoras.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Rubio Requena P. M. 1979. *Instalaciones Urbanas. Tecnología e Infraestructura Territorial*. Control Ambiental. Madrid.

Arizmendi Barnes, L.J. 1991. *Instalaciones Urbanas. Infraestructura y Planeamiento*. Librería Editorial Bellisco. Madrid.

Arizmendi Barnes, L.J. y otros. 2007. *Guía para la Redacción de Proyectos de Urbanización.* CSCAE. Madrid.
NTE. Instituto Nacional para la calidad de la Edificación. M.O.P.U. Madrid. 1982

Herce Vallejo, Manuel, y Joan Miró Farrerons. 2002. *El soporte infraestructural de la ciudad*. Primera Edición, Octubre 2002. Edicions UPC. ITT. Universidad Politécnica de Cataluña.

Universitat Politecnica de Valencia. Escuela de Doctorado. Línea Investigación "PROPT-ED 10: Las galerías de servicios como estrategia sostenible en el espacio subterráneo urbano.

WEBS.

- Introducción progresiva de las galerías de servicios en las vías públicas de ciudades y pueblos. http://bardina.org/braues01.htm

- Galerías de Servicio y Colectores Visitables. http://www.borondo.es/web/galerias/ Página de Borondo con una exposición detallada de diferentes tipos de galerías de servicios. (de gran interés).

AB-06

SISTEMAS DE DETECCIÓN DE FUGAS

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

SISTEMAS DE CONTROL DE FUGAS

TÉRMINOS EN INGLÉS:

LEAKAGE DETECTION SYSTEM

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

Se trata de sistemas que pretenden detectar las pérdidas de líquido que se producen en las redes hidráulicas de nuestros edificios, barrios y poblaciones. Este es uno de los grandes problemas de las redes urbanas de abastecimiento en las que, según determinadas empresas suministradoras, se puede llegar a perder aproximadamente un 40 % del agua tratada desde su extracción hasta que llega a los usuarios finales Estos preocupantes datos nos obligan a potenciar estos sistemas de detección para ahorrar en consumo de agua.

Forma de funcionamiento:

Existen diferentes sistemas para la detección y son, fundamentalmente, de dos tipos:

— Detección de fugas mediante sistemas de monitorización y telecontrol de consumos: En este caso, se pueden detectar consumos anómalos a partir del análisis histórico de consumos a nivel de vivienda o por comparación de caudales entrantes y salientes a nivel de edificio y por sectores a nivel urbano.

— Contadores: Fundamentalmente se usan los electrónicos por su mayor precisión. (Ver Ficha AB-07)

— Detección de fugas mediante métodos físicos-organolépticos y otras tecnologías para usar in situ: Generalmente pueden ser utilizados cuando las instalaciones discurren por cámaras o galerías de servicio con sus registros correspondientes por donde los aparatos puedan ser introducidos aprovechando que una fuga de agua en una tubería sometida a presión produce una serie de vibraciones en el punto de salida que son propagadas a lo largo de ésta y que pueden ser captadas a distancias hasta de 100 metros en puntos de contacto remotos como válvulas, hidrantes, llaves de corte o, incluso, es capaz de captar las vibraciones que produce el flujo de agua en el terreno circundante.

- Detectores de fugas.
- Cámaras de TV para vigilancia.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

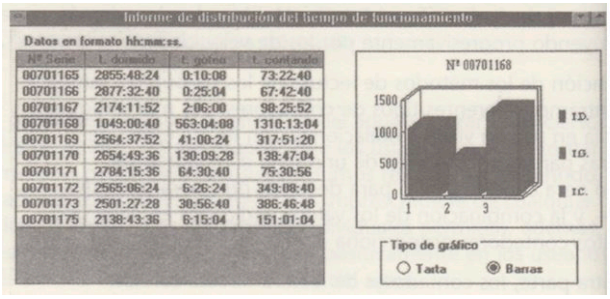




FIG.1 - Fuente: Datos contador electrónico. Fundación Ecología y Desarrollo (2002).

FIG.2 - Fuente: Loogers. www.inspeccionestecnicas.es.

CLASIFICACIÓN:

1.1. CONTADORES ELECTRÓNICOS

Son los contadores que ofrecen una mayor precisión. El registro del volumen de agua no se realiza mecánicamente sino que se base en la excitación de un transductor electrónico que a su vez transmite los datos a un microprocesador. De esta manera, se podría hacer la lectura de los datos, de manera visual o a través de sistemas informáticos.

Lo más interesante es que este modelo nos permite disponer en todo momento de valores de consumo reales así como detectar, gracias a su enorme sensibilidad, consumos anómalos que puedan permitirnos la detección de fugas del sistema.



FIG.3. - Fuente: http://www.prodimar.com (2015).

1.2. DETECTORES DE FUGAS

Los siguientes tipos de detectores están diseñados para la confirmación de la existencia de fugas de agua en la red de distribución y su localización.

— Con tecnología de escucha multi-sensor: Se obtienen grandes rendimientos gracias a su tecnología y a la posibilidad de combinarlos con el uso de localizadores de fugas de agua acústicos. Un avanzado software identifica patrones de ruido y consumo en la red, lo que permite diferenciar fugas de agua de otros ruidos producidos por elementos electromecánicos de la red.

- Mediante el dispositivo geófono: Un geófono es un dispositivo que permite captar información sobre movimientos o pequeñas vibraciones en el subsuelo. A medida que el sensor se aproxima al punto de rotura la intensidad de esta señal aumenta, lo cual permite detectar una fuga muy rápidamente.

- Con georadar La detectabilidad de una característica de la subsuperficie depende del contraste en las características eléctricas, magnéticas, y la relación geométrica con la antena.




FIGS. 4 y 5 - Fuente: Geófono. www.inspeccionestecnicas.es

— Con tecnología de localizadores acústicos:
La detección de fugas mediante loggers permite localizar problemas en redes de tuberías analizando las ondas acústicas que son producidas en éstas por el flujo que transportan.



FIG.6 - Fuente: Loogers. www.inspeccionestecnicas.es

— Detección de fugas mediante hidrógeno: La localización de fugas mediante hidrógeno es una técnica de gran ayuda para detectar de manera muy rápida, incluso las fugas más pequeñas en gran cantidad de elementos como válvulas, juntas, tuberías, depósitos, etc...

Funciona introduciendo una mezcla de hidrógeno (95% por nitrógeno y solo un 5% de hidrógeno) a presión en los elementos a controlar para que salga por las posibles fisuras de las tuberías que las componen y de esta forma pueda ser detectado con una serie de sensores especiales para ello. Esta cantidad es suficiente para localizar la fuga y resulta totalmente inocua, sin dañar ni las instalaciones ni al medio ambiente.

1.3. ROBOTS Y CÁMARAS DE VIGILANCIA O INSPECCIÓN DE REDES

Permiten realizar inspecciones facilitando al operador información crítica sobre el estado del tramo y sobre los posibles problemas existentes en el mismo.

Este sistema se utiliza cuando no hay espacio suficiente para que el personal de mantenimiento acceda a las galerías donde se encuentran las instalaciones (galerías de servicio accesibles, ...).




FIGS.7 y 8 - Fuente: http://www.panatec-agua.com (2015).

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

El hecho de que las instalaciones discurran por algún tipo de galería de servicios supondrá una protección adicional de las mismas.

CONSTRUCCIÓN.

Es muy importante, en aquellos casos en los que las tuberías discurren bajo rasante, las características del terreno pues determinados tipos pueden crear tensiones en la red que produzcan las fugas, como los terrenos arcillosos que se hinchan en presencia de agua. También la profundidad del nivel freático es importante.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Dispositivo	Coste (euros)
Contadores electrónicos	210,00-570,00 ***** ///85,00 ****
Detector de fugas con tecnología de escucha multi-sensor	---
Detector de fugas con tecnología de localizadores acústicos	---
Detector de fugas mediante hidrógeno	---
Cámara de vigilancia	---

BANCO PRECIOS.

**** Fundación Ecología y Desarrollo (2002)

*****http://www.cohisa.com/pdf/TarifaConta.pdf (2007)

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Arizmendi Barnes, L.J. 2000. *Cálculo y normativa básica de las Instalaciones en los Edificios.* Edición. EUNSA.

Arizmendi Barnes, L.J. 1991. *Instalaciones Urbanas. Infraestructura y Planeamiento*. Librería ditorial Bellisco. Madrid.

AB-07

INDIVIDUALIZACIÓN DE CONTADORES

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

CONTADORES INDIVIDUALIZADOS O INDIVIDUALES,
CONTADORES DIVISIONARIOS.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

INDIVIDUAL MEASURING.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

La medida trata de sustituir los contadores generales (y únicos) de los edificios por sistemas de contabilización individual para un mayor control de los consumos y es que, para promover un uso más eficiente del agua y lograr unos ciertos niveles de ahorro, resulta esencial que los usuarios puedan contar con información periódica sobre sus consumos reales. Los contadores individuales permiten, además, que los esfuerzos ahorradores repercutan positivamente en los usuarios a través de una reducción de la factura del agua. En este sentido, los contadores constituyen un elemento imprescindible de cualquier política de ahorro.

Es importante tener presente que determinados modelos electrónicos nos permiten disponer en todo momento de valores de consumo reales. Esto nos permite tener una serie de datos estadísticos que nos permita controlar mejor el consumo de agua (consumos punta, consumos medios,...) así como detectar, gracias a su enorme sensibilidad, consumos anómalos que puedan permitirnos la detección de fugas del sistema.

Forma de funcionamiento:

Son posibles varias medidas en función del consumo contabilizado:

— Un contador por usuario para consumo de agua fría.

— Contadores adicionales independientes para piscinas y zonas verdes para control interno. En este caso, aunque no sea aplicable una tarifa diferente, sí permite el control interno de consumo de estos elementos a la comunidad.

— Contadores individuales de consumo de agua en otras instalaciones.

- En edificios con instalación colectiva de ACS
- En edificios con instalación colectiva de calefacción por agua

El CTE-DB-HS4, en su apartado 2.3., obliga a disponer un sistema de contabilización tanto de agua fría como de agua caliente para cada unidad de consumo individualizable. A nivel local, en general, las compañías suministradoras recogen dicha obligatoriedad, a veces junto a la de la centralización de los contadores.

Es importante señalar que no se debe asociar de manera directa individualización de contadores con centralización de los mismos, pues los sistemas actuales de contabilización a distancia permiten las lecturas digitalizadas, por lo que podrían situarse en las entradas a las viviendas, simplificándose bastante el esquema de la instalación de agua.

Los sistemas descentralizados tendrían varias ventajas que se enumeran a continuación:
— Se utilizaría mucho menos material en tuberías al no tener que existir un montante por usuario.
— El consumo de agua sería menor y no se perdería tanto en el relleno de todos los montantes.
— El consumo energético del sistema de bombas es menor si no hay montantes individuales y son comunes a los usuarios de una misma vertical pues se reduce el caudal y la pérdida de carga en menor.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

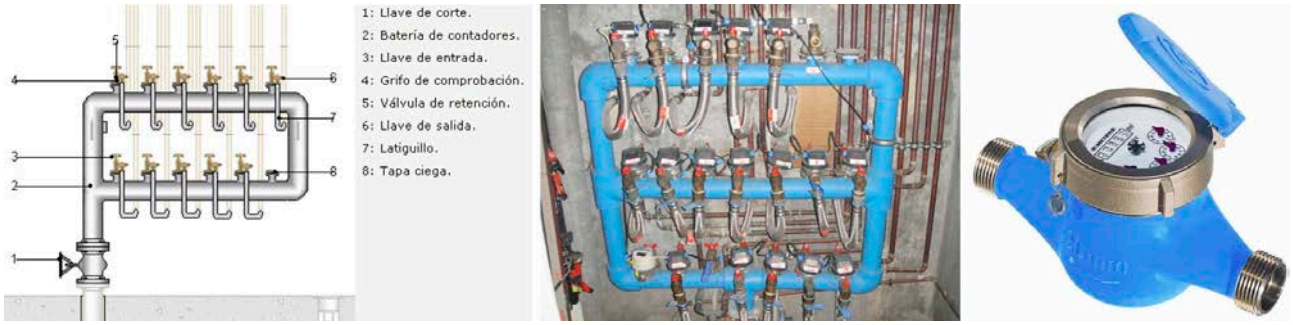


FIG 1 Fuente: http://www.generadordeprecios.info (2015)

FIG 2 Y FIG 3 Fuente: http://www.generadordeprecios.info y http://www.valgroup.es (2015)

CLASIFICACIÓN (GRUPO, DEFINICIÓN, SUBGRUPOS Y FIGURAS):

SEGÚN TECNOLOGÍA:

1.1. CONTADORES DE VELOCIDAD

Basan su funcionamiento en la medición de la velocidad a la que circula el agua que se mide mediante una rueda que gira a su paso.

Según el tipo de rueda y en función de su colocación respecto al sentido del agua, pueden ser:

- De turbina.
- De molinete.

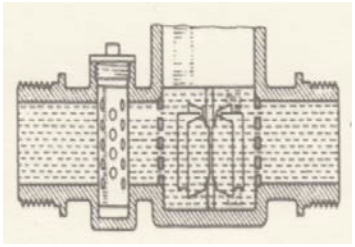


FIG.4 Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002)

1.2. CONTADORES DE VOLUMEN

Controlan el consumo de agua en función de la cantidad de veces que se llena un recipiente contenido en su interior. La precisión de estos se considera mucho mayor pues no está sometidos a un posible subcontaje ocasionado por caudales reducidos, golpes de ariete, ...

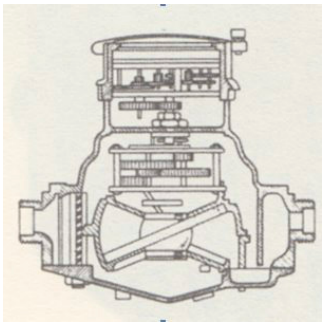


FIG.5 Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002).

1.3. CONTADORES ELECTRÓNICOS

Son los que ofrecen una mayor precisión en el ámbito doméstico. Los modelos más avanzados disponen de turbinas de densidades similares a las del agua colocadas en tubos totalmente lisos. El registro del volumen de agua no se realiza mecánicamente sino que se basa en la excitación de un transductor electrónico que a su vez transmite los datos a un microprocesador.

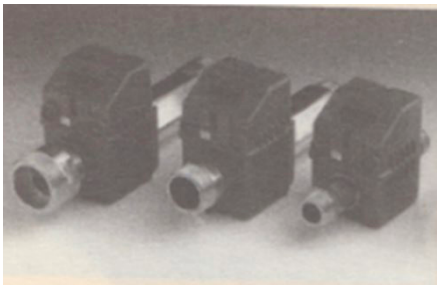




FIG.6 Y FIG 7 Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002).

SEGÚN FORMA DE LECTURA:

1.1. CONTADORES DE ESFERA PARCIALES

Disponen de una serie de cuadrantes y la combinación de los valores indicados en cada uno de esto proporciona el dato de consumo real.

1.2. CONTADORES DE LECTURA DIRECTA

Muestran el consumo de agua mediante rodillos numerados.

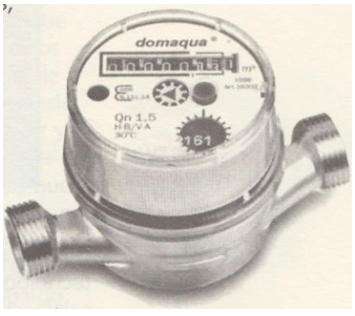


FIG. 8 Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002.

1.3. CONTADORES ELECTRÓNICOS

Ya se han explicado en la anterior clasificación. A nivel de lectura, se podría hacer la lectura de los datos de manera visual o a través de sistemas informáticos.

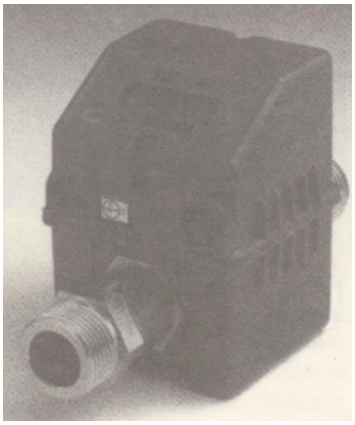


FIG.9 Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2002).

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

Cuando se centralizan, los contadores divisionarios se colocan en una batería cuya misión principal es equilibrar e igualar las presiones para todos los usuarios. A partir de cada contador de usuario parte un montante individual que lleva el agua hasta la vivienda correspondiente.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Se colocará un contador por usuario (vivienda, local, etc...). Si los locales no estuviesen definidos, se colocaría 1 cada 100 m2. Además, en el caso de edificios plurifamiliares, es necesario colocar un contador para la Comunidad.

En cuanto a la batería de contadores, que actualmente son necesarias cuando hay una centralización de los mismos, y el espacio necesario para su ubicación se puede consultar en la normativa de las diferentes compañías suministradoras.

DIMENSIONES ORIENTATIVAS DE ARMARIOS DE CONTADORES								
Nº contadores	Nº filas	Dimensiones Ancho x Largo	Nº contadores	Nº filas	Dimensiones ancho x largo	Nº contadores	Nº filas	Dimensiones ancho x largo
1	1	70 X 135	16	3	70 X 210	31	3	70 X 285
2	1	70 X 150	17	3	70 X 210	32	3	70 X 285
3	1	70 X 165	18	3	70 X 210	33	3	70 X 285
4	1	70 X 180	19	3	70 X 225	34	3	70 X 300
5	2	70 X 165	20	3	70 X 225	35	3	70 X 300
6	2	70 X 165	21	3	70 X 225	36	3	70 X 300
7	2	70 X 180	22	3	70 X 240	37	3	70 X 315
8	2	70 X 180	23	3	70 X 240	38	3	70 X 315
9	3	70 X 165	24	3	70 X 240	39	3	70 X 315
10	3	70 X 180	25	3	70 X 255	40	3	70 X 330
11	3	70 X 180	26	3	70 X 255	41	3	70 X 330
12	3	70 X 180	27	3	70 X 255	42	3	70 X 330
13	3	70 X 195	28	3	70 X 270	43	3	70 X 345
14	3	70 X 195	29	3	70 X 270	44	3	70 X 345
15	3	70 X 195	30	3	70 X 270	45	3	70 X 345

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Es necesario consultar la normativa de las compañías suministradoras.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Dispositivo	Coste (euros)
Contador general Urbanización de 65 mm	1.538,80 *****
Contadores generales (según diámetro)	284,02-1.581,80 *****
Contadores individuales AF (según diámetro)	76,46-92,28 *****
Contadores individuales ACS (según diámetro)	86,66 *****
Baterías de contadores (según nº contadores)	869,12-1.226,86 *****
Contador individual de velocidad	40,00-200,00 ******
Contador individual de volumen	95,00-495,00 ******
Contador individual electrónico	210,00-570,00 ****** ///85,00 ****

BANCO PRECIOS.

**** Fundación Ecología y Desarrollo (2002)

***** Base de costes de la construcción de Andalucía (2014).

******http://www.cohisa.com/pdf/TarifaConta.pdf (2007)

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Arizmendi Barnes, L.J. 2000. *Cálculo y normativa básica de las Instalaciones en los Edificios.* 6ª Edición. EUNSA.

Palma Carazo, I. J. 2003. *Las aguas residuales en la arquitectura sostenible. Medidas preventivas y Técnicas de Reciclaje*. EUNSA.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

Plan Cinco de EMASESA. Proyecto de sustitución de contadores comunitarios por individuales, como medida que impulse el ahorro de agua en las comunidades y para promover el consumo responsable de los recursos hídricos.

AB-08

ALMACENAMIENTO Y RECUPERACIÓN DE ACUIFEROS (ARA)

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

RECARGA (ARTIFICIAL) DE ACUIFEROS (RAA),
GESTIÓN DE LA RECARGA DE ACUÍFEROS (GRA).

TÉRMINOS EN INGLÉS:

MANAGED AQUIFER RECHARGE (MAR).

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

Es un método de gestión hídrica que permite introducir agua en los acuíferos subterráneos. Una vez almacenada en estos, puede ser extraída, generalmente con una calidad adecuada, para distintos usos (abastecimiento, riego, etc...).

Es un sistema que permite la reserva de aguas para su utilización en el momento necesario como solución a problemas de escasez de agua, no tanto por la falta de precipitación pluvial, sino por la falta de lluvias en el momento adecuado. Esta es una alternativa en la cual se almacenan las altas corrientes subterráneas para la re-extracción cuando las fuentes tradicionales no están disponibles.

La recarga de acuíferos cumple también otras funciones además del almacenamiento de agua, entre las que destaca limitar la intrusión de agua salada, la recuperación de humedales, el frenado de la desertificación de suelos y la contención de la erosión.

Forma de funcionamiento:

El ARA funciona mediante la inyección en los acuíferos de los excedentes existentes durante los períodos de altos flujos de agua. Esta agua desplaza al agua nativa del acuífero para formar una “burbuja” de modo que puede ser re-extraída cuando se requiera el suministro, utilizando la misma inyección. El agua es almacenada en el acuífero en cantidad superior a lo normal y sigue su circuito natural subterráneo, depurándose durante un periodo de tiempo variable.

La fuente de agua utilizada para el ARA puede variar. El agua -que puede proceder de ríos (extracciones de los ríos durante los períodos de flujo alto), depuradoras (captura de las aguas residuales tratadas), escorrentía urbana (escurrimiento de aguas pluviales), desaladoras o humedales entre otros orígenes- es introducida al acuífero mediante zanjas, balsas, pozos, sondeos de inyección, etc., generalmente en invierno.

El agua debe ser tratada antes de ser inyectada, aunque esto depende de la calidad de la fuente y el propósito del uso de las re-extracciones posteriores. Dependiendo de las propiedades del acuífero y el tiempo de retención de agua, algunos contaminantes también se eliminan a través de los procesos de tratamiento naturales de modo que se producen dentro del propio acuífero.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

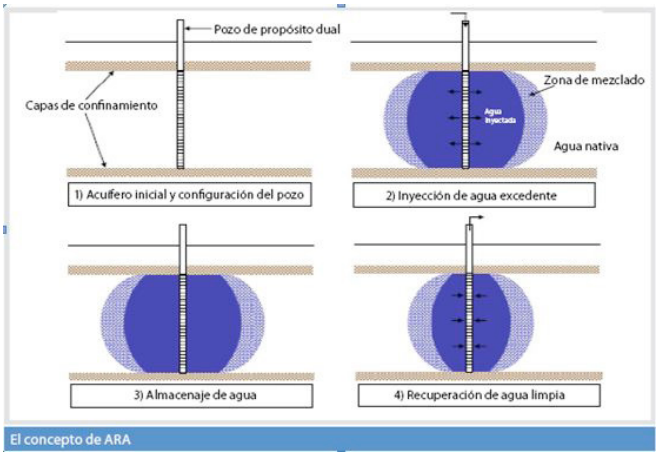


FIG.1 - Fuente: Esquema de ARA. Fuente: Proyecto Switch, 2006-2011.

CLASIFICACIÓN:

1.1. DISPOSITIVOS DE DISPERSIÓN

Deben encontrarse afloramientos permeables en superficie ya que en estos dispositivos la recarga se realiza mediante infiltración directa a través del terreno. El agua se infiltra por gravedad a través de la zona no saturada del suelo hasta llegar al acuífero.

Se requiere de extensas áreas relativamente planas.

— Balsa o lagunas de infiltración.
— Canales y zanjas de infiltración.
— Campos de infiltración. (Inundación y difusión controlada)
— Técnicas de tratamiento suelo/acuífero. (Técnicas SAT)
— Recarga por retornos de riego.



FIG.2. Acequia de careo. La Alpujarra (Granada).

1.2. DISPOSITIVOS DE MODIFICACIÓN DEL CAUCE

— Diques de retención/represas.
— Diques subsuperficiales / subterráneos.
— Diques permeables y presas de arena.
— Diques perforados.
— Serpenteos.
— Escarificación del lecho del río.



FIG.3. Represas en Pisa (Italia). Fuente: Proyecto Dina-Mar

1.3. POZOS

Este tipo de instalaciones suelen emplearse en terrenos donde el uso de sistemas superficiales es inadecuado, ya sea por disponer de poco espacio o por tratarse de acuíferos poco transmisivos o con alternancia de niveles permeables e impermeables. Algunas de las técnicas de recarga en profundidad son: sondeos de inyección, drenes y galerías, ASR (Aquifer Storage & Recorvery) o inyección en simas y dolinas.

Es particularmente importante, en este tipo de dispositivos, ser estrictos en lo que se refiere a la calidad del agua que se aplica, ya que esta entra directamente al acuífero sin contar con el proceso de tratamiento que significa atravesar capas de suelo no saturado.

— Qanats (galerías subterráneas).
— Pozos abiertos y pozos profundos de infiltración.
— Sondeos, ASR y ASTR.
— Dolinas, sumideros.



FIG.4. Pozo de infiltración. Pisa (Italia). Fuente: Proyecto Dina-Mar

1.4. DISPOSITIVOS DE FILTRACIÓN

— Bancos filtrantes en lechos de ríos.
— Filtración interdunar.
— Riego subterráneo.

1.5. DISPOSITIVOS DE CAPTACIÓN DE AGUA DE LLUVIA

— Captación de agua de lluvia.

1.6. INFRAESTRUCTURA URBANA

Las ciudades están permeadas por redes de abastecimiento de agua potable y redes de alcantarillado sanitario, red de drenaje de aguas de lluvia, y, en algunas ciudades, disponen también de una red de riego.

— Recarga accidental, conducciones y alcantarillado
— Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS).



FIG.5. Cooke Reserve wetland (Salisbury, South Australia).Fuente: Bahudhara

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

Es fundamental conocer las características del terreno y del clima para un correcto diseño.

MANTENIMIENTO.

Los condicionantes a tener en cuenta en una zona de recarga artificial tipo, según la finalidad de la recarga, son los siguientes:

— Acuíferos sobre explotados que deben ser realimentados:

- Zona con intensa explotación agrícola o interés medioambiental.
- Acuíferos con intensa extracción para usos potables
- Zonas con un incremento de extracción previsto para el futuro, ya sea programado o espontaneo (por ejemplo: crecimiento demográfico en una ciudad o barrio cuyo sistema de abastecimiento de agua potable es alimentado desde acuíferos; ampliación de perímetros de riego con aguas subterráneas; etc.)

— Acuíferos que muestran una progresiva degradación de la calidad del agua:

- Zonas con elevadas concentraciones de nitratos.
- Zonas con valores medioambientales en peligro de desaparición o deteriorados.
- Zonas con problemas de intrusión salina continental (acuíferos costeros)

— Acuíferos en zonas donde la disponibilidad de aguas superficiales muestra una variación estacional:

- Disponibilidad de agua superficial sobrante en algunos meses del año por lo menos.
- Zonas donde se puede combinar la recarga de acuíferos con el control de avenidas.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Se ha realizado un análisis preliminar, al haber un volumen de información bastante escaso, que concluye en que el agua procedente de la gestión de la recarga de acuíferos tiene unos costes ligeramente inferiores al coste medio del agua desalada e inferior a la mitad que el agua embalsada en presas y balsas.

— Presas: 1,25 /m .
— Dispositivo AR superficiales: 0,21 /m .
— Dispositivo AR profundos: 0,10 /m .
— Desaladoras: 0,45 a 0,90 /m (durante su amortización).

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA .

AA.VV. 2008. *Inventario de tecnologías disponibles en España para la lucha contra la desertificación. Fichas de gestión integral de acuíferos.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. Enlace.

Minaya Ovejero, M. J. 2008. *Tipologías y dispositivos de Recarga Artificial (AR) existentes y diseñados en el marco del Proyecto Dina-Mar.* Ponencia de la Jornada de Difusión del Proyecto Dina-Mar. http://www.dina-mar.es/

Martín-Rosales, W.; Gisbert, J.; Pulido-Bosch, A.; Vallejos, A. y Fernández-Cortés, A. 2007. *Estimating groundwater recharge induced by engineering Systems in a semiarid area (southeastern Spain).* Environmental Geology 52: 985-995.

Gisbert, J.; Pulido-Bosch, A.; Vallejos, A.; Martín-Rosales, W.; Molina-García, J.M. y Fructuoso, M. 2005. *Estimación de la recarga en clima semiáridos. El caso del borde meridional de la Sierra de Gádor.* López-Geta, J.A.; Rubio, J.C. y Martín Machuca, M. (Eds.), VI Simposio del Agua en Andalucía. IGME. 301-312.

Pulido Bosch, A. 2001. *Sobreexplotación de acuíferos y desarrollo sostenible.* Pulido Bosch, A.; Calaforra Chordi, J.M. y Pulido Leboeuf, P.A. (Eds.) Problemática de la gestión del agua en regiones semiáridas. Instituto de Estudios Almerienses. Diputación de Almería. 115-132.

Fernández Escalante, A.E.y García Rodríguez, M. *La recarga artificial de acuíferos en el mundo. Estado de la cuestión y experiencias.* Madrid: Universidad Alfonso X El Sabio. TRAGSATEC. Madrid.

WEBS.

- DINA-MAR. Proyecto de gestión hídrica para determinar zonas de España adecuadas para la recarga artificial de acuíferos.

- International Association of Hydrogeologist.

AB-09

XEROJARDINERÍA

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

JARDINERÍA ECOLÓGICA, ECOEFICIENTE O HIDROEFICIENTE, JARDINERÍA CERORRIEGO O DE BAJO CONSUMO, PAISAJES CONSERVADORES DE AGUA O TOLERANTES DE LA SEQUÍA.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

XERISCAPE.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

La Xerojardinería es consiste básicamente en un estilo de paisajismo que no requiere riegos suplementarios y que se promueve especialmente en áreas en las que existen dificultades en el suministro de agua. Potencia el uso de plantas cuyos requisitos son los propios del clima local y se complementa con medidas para evitar las pérdidas de agua por evaporación y/o escapes.

Pero no sólo pretende reducir el consumo de agua, sino que también tiene un sentido ecológico, buscando los jardines de mínimo mantenimiento y mínimo uso de productos fitosanitarios. Además, un jardín de bajo consumo hídrico puede llevar asociado una gran cantidad de fauna silvestre al tener una elevada diversidad de ambientes (copas de los árboles, arbustos, rocallas, recubrimientos vegetales, etc...) que pueden ser de gran atractivo para ella.

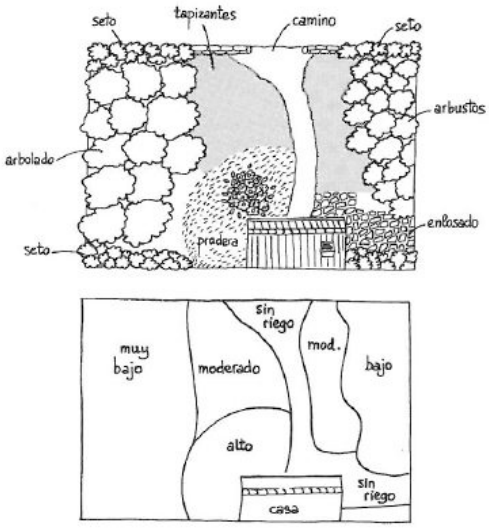
Forma de funcionamiento:

Se basa en realizar una buena gestión agronómica de la plantación y del mantenimiento de los jardines, adaptando las especies a las condiciones edafoclimáticas del lugar a partir de un buen conocimiento de la fisiología y origen de las plantas. Se trata de seleccionar las que se adaptan mejor al medio, así como de realizar un diseño sostenible con una planificación previa basada en el análisis de las condiciones locales.

Por otro lado, es necesaria una buena gestión de los recursos naturales utilizando las tecnologías de riego más novedosas, llevando a cabo un buen manejo de la reserva hídrica del sustrato y de las redes hidráulicas presentes.

El jardín diseñado con criterios de uso eficiente del agua, puede llegar a reducir el consumo doméstico de agua hasta la mitad (Fundación Ecología y Desarrollo, 2000).

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



Detalle Constructivo. FIG.1 - Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2000)

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

A la hora de plantearse un diseño de un jardín ecoeficiente, y tras un estudio pormenorizado del uso que se le quiere dar (descanso, paseo, juegos infantiles, deporte, ...), se recomiendan las siguientes medidas:

— Estudio y adaptación de las características de humedad del suelo o terreno.

— Adaptación de la capacidad de absorción y almacenamiento de agua del terreno.

- Posible modificación de la topografía. Si nuestro jardín posee un buen suelo y un perfil suave lo más recomendable es adaptarse a él y evitar deteriorar su estructura natural, pero si tiene pendientes fuertes se pueden hacer rectificaciones para evitar las pérdidas de agua excesivas por escorrentía y prevenir la erosión que ésta pueda producir.

- Posible adición de material granular. Es fundamental la velocidad a la que el agua penetra en el suelo para que la plantación sea viable o no. En general, por razones muy diferentes, ni los suelos muy arenosos, ni los muy arcillosos son idóneos para el jardín. Los suelos más adecuados son los llamados “francos” con menos de un 25 % de arcillas y proporciones parecidas de arenas y limos. Hay veces que los suelos de poca calidad (con escombros de construcciones) hay que añadirles una capa de un suelo mejorado.

- Posible adición de productos específicos al terreno. En el caso de suelos pobres en materia orgánica, hay que añadir abonos sobre todo en las zonas dedicadas a flores y arbustos.

- Equilibrado de humedad del terreno mediante utilización de drenes en grandes superficies de césped o rastreras en general o en suelos muy arcillosos que se aneguen con facilidad.

— Reducción de pérdidas por evaporación. Empleo de mulching y aplicación de retenedores de humedad y lluvia en el suelo.

- Utilización del “mulching“ o “acolchado” en ajardinamiento. Es una técnica muy conocida que consiste básicamente en cubrir el suelo con distintos materiales, evitando así que el terreno quede expuesto al contacto con el aire, evitando la evaporación excesiva, protegiendo los cultivos de las heladas, el viento y del sol y ofreciendo enormes

posibilidades ornamentales en diseño de jardines. Además, evitan la aparición de malas hierbas y facilitan la ocultación de los sistemas de riego.
- Aumento de la altura de la vegetación para reducción de soleamiento directo o como barrera cortavientos que evite el aumento de sequedad de una determinada zona.

— Elección y distribución correcta de las especies vegetales:
- Correcta selección de las especies. Se usan especies autóctonas de la zona en cuestión, que estén adaptadas al régimen de precipitaciones de la zona y no tengan, por tanto, necesidad de riego adicional. Algunas de las plantas más comunes que se utilizan en Xerojardinería son el agave, el cactus, la lavanda, juniperus, sedum y thymus pero no son las únicas (ver Fundación Ecología y Desarrollo, 2000, p.11 y 33 y Apendice 6 Selección de Especies del Cuaderno I+D+i, Nº10 de Canal Isabel II, 2010).
- "Zonificación" de especies en función de necesidades de riego. Al distribuir las plantas en el jardín, se debe intentar agrupar las especies según necesidades de agua para optimizar los sistemas de riego. En Xerojardinería, se clasifican las plantas en cuatro grupos, atendiendo a sus requerimientos de agua: necesidades altas, moderadas, bajas y muy bajas. Es conveniente disponer las plantas de necesidades altas en los bordes del césped, para que aprovechen el agua que deriva de los elementos de riego.

— Selección de las aguas de riego
- Agua procedente de drenaje del propio jardín o de un estanque artificial.
- Agua procedente de depósitos de pluviales.
- Agua procedente de depósitos de aguas grises tratadas.

MANTENIMIENTO.

Aunque es cierto que unas menores necesidades de riego reducirán de manera importante el tiempo que se le tiene que dedicar al jardín, el mantenimiento es fundamental y debe ser realizado por personal especializado.

Los temas más importantes a considerar son:

— Riego. Es necesario prestar atención al sistema de riego comprobando periódicamente que no tiene fugas y que todos los elementos funcionan correctamente (ver ficha AB-10).

— Podas: Los árboles, en principio, no necesitan ser podados. La planta equilibrada, con su porte natural, está más sana y aprovecha el agua de manera más eficiente.

— Reposiciones: Hay que estar atento para localizar las plantas que no han podido arraigar o se han secado para sustituirlas por otras en la época apropiada.

— Escardados: Es conveniente entrecavar las zonas y alcorques y los parterres, si se desea evitar las malas hierbas. No obstante, los recubrimientos y acolchados puede eliminar este tedioso trabajo.

— Siegas: Los céspedes muy cortos consumen más agua que los que se mantienen más altos.

— Recubrimientos: Es necesario revisarlos cada año sustituyendo las camas hechas con recubrimientos orgánicos finos y reponer lo perdido con nuevos materiales.

— Mejora de suelos. Utilización de abonos.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Los costes de un jardín de estas características pueden ser similares a los de un jardín convencional. Como elementos característico encontramos el mulching o acolchado, cuyo precio variará en función del tipo de material de recubrimiento. Como referencia, el acolchado con corteza de pino tiene un coste de unos 8 euros/m^2.

BANCO PRECIOS.

Base de costes de la construcción de Andalucía.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

GRUPOS DE INVESTIGACIÓN.

Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES).

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Bures, S. 1993. *Xerojardinería*. Ediciones Horticultura S.L.

Contreras López, F. 2006. *Clasificación de especies de jardín según sus necesidades hídricas para la región de Murcia*.

Ecologistas en Acción, *Manual de Jardinería Ecológica*.

Ecologistas en Acción, *Manual de Xerojardinería*.

Fundación Ecología y Desarrollo. 2000. *Guía Práctica de Xerojardinería*. Guías prácticas para un uso eficiente del agua. Edit. Bakeaz.

Gildemeister H. 1998. *Su jardín mediterráneo. Cómo crear un paraíso verde con poco agua*. Palma de Mallorca.

Kunkel G. 1998. *Jardinería en zonas áridas*. Ediciones Alternativas. Almería.

López Lillo, A. 1993. *Elementos ornamentales de la flora autóctona. Uso del agua en las áreas verdes urbanas*. Canal Isabel II y Agencia de Medio Ambiente de la Comunidad de Madrid.

Magister M. 1999. *Diseño de jardines privados de bajo consumo de agua. Curso de jardinería de bajo consumo de agua*. CENEAM. Valsaín (Segovia)

Sovocool, K. y Morgan. 2005. *Xeriscape Conversion Study*. Final Report. Southtern Neveda Water Authority.

Vicente J. 1999. *Programas de conservación y mantenimiento en parques públicos y privados, para el ahorro de agua*. Encuentro Internacional “Eficiencia del agua en las ciudades”. Zaragoza.

WEBS.

- Landscape Water Conservation. Xeriscape.
- Xeriscape Colorado.
- Water Conservation Office. Alburquerque. New Mexico.
- Manual para Horticultores Ecológicos, Mariano Bueno.
- Jardinería con poca agua.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Fuente: Paisajismourbano.com



Fuente: espores.org



FIG.5 y FIG.6 - Fuente: www.aguaflux.es (2015).

OTRAS OBSERVACIONES:

La palabra “Xeriscape” procede de la palabra inglesa “Xeriscaping” acuñada por la combinación de xeros (en griego = “seco”) con el inglés de landscape (paisaje). Xeriscape TM y el logo del Xeriscape son las marcas registradas del departamento del agua de Denver, Colorado. Fueron creadas por el “Front Range Xeriscape Task Force” del departamento de Denver en 1978.

En un artículo en la revista “Horticultura” en 1993, Silvia Burés traducía al español el vocablo “Xeriscape” usando el término “Xerojardín©” o “Xerojardinería©”, refiriéndose a jardinería eficiente en términos hídricos. En 1993, esta autora publicó el libro “Xerojardinería” y en el año 2000 una ampliación del mismo llamado “Avances en Xerojardinería”, convertidos ambos en manuales de uso de jardinería en muchos países de habla hispana.

AB-10

SISTEMAS DE RIEGO HIDROEFICIENTES

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

SISTEMAS DE RIEGO ECOLÓGICOS.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

ECOLOGYCAL IRRIGATION SYSTEMS.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

Estos sistemas permiten aportar la mínima cantidad de agua a los terrenos para conseguir el equilibrio hídrico necesario para la supervivencia de las especies vegetales que allí se cultivan. Al igual que los sistemas de drenaje del terreno, pretenden facilitar al terreno y a los cultivos que en él se desarrollan el grado óptimo de humedad, en este caso, aportando agua cuando ésta es insuficiente. La diferencia con los sistemas tradicionales es que aquí se intenta ajustar al máximo oferta y demanda de agua para que no haya agua sobrante con la pérdida hídrica, energética y económica que esto supone. Teniendo en cuenta que un porcentaje importante del agua consumida en las ciudades se utiliza para riego, es básico utilizar una serie de sistemas de riego que sean lo más eficientes posible.

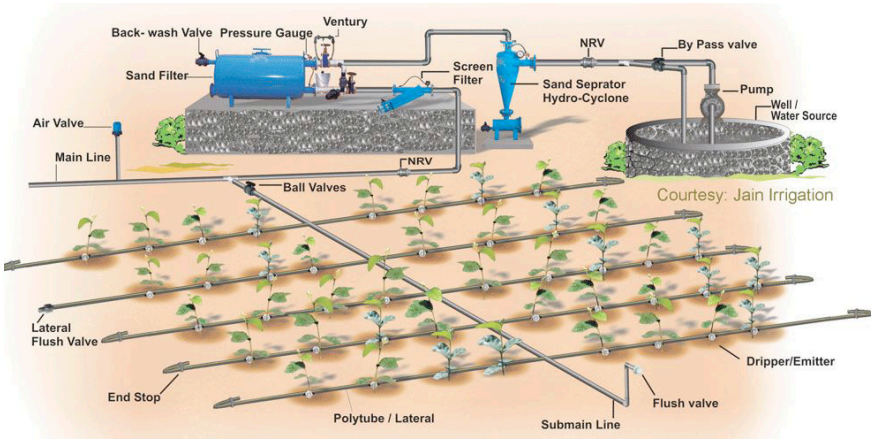
Forma de funcionamiento:

Según la forma en que el agua llega a las plantas, distinguimos dos tipos de riegos:

— En los riegos localizados se aporta el agua directamente a la zona del suelo en que se encuentran las raíces o en su cercanía. Por ejemplo, en el riego por goteo o el riego manual de alcorques con manguera.

— En los riegos no localizados se moja toda la superficie del terreno sobre el que se encuentran las plantas. Una muestra sería el riego por aspersión y el riego por inundación de eras.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



Detalle Constructivo. Fuente: https://es.wikipedia.org (2015).

CLASIFICACIÓN:

1.1. SISTEMAS DE RIEGO AÉREO O DE ASPERSIÓN/DIFUSIÓN

Distribuye el agua como una lluvia de pequeñas gotas y es aconsejable en zonas de césped o similares. Dependiendo de la superficie del terreno a regar, optaremos por difusores o aspersores.

— Por aspersión: Los aspersores tienen movimiento giratorio y alcanzan más distancia.

— Por difusión: Los difusores no tienen movimiento giratorio y tienen menor alcance. Tienen como ventaja una menor exposición del arco de riego al viento, pero en superficies grandes el coste de la instalación puede ser un inconveniente importante.

En general, ambos sistemas son eficaces en suelos con alta velocidad de infiltración. Distribuye el agua de forma bastante homogénea y permiten controlar fácilmente los caudales a aplicar y los momentos de aplicación. Por otro lado, cuando hay viento, el riego no es uniforme. Además, se mojan las hojas, lo cual puede provocar problemas sanitarios en ocasiones y mayor grado de evaporación.

Los microaspersores y microdifusores tienen un funcionamiento similar a los anteriores pero son mucho más pequeños, su radio de alcance es menor (1-3 metros) permitiendo repartir el agua de forma mucho más precisa. Los caudales suministrados varían entre los 10 y los 50 l/h.



Fuente: http://irrigationsystemsco.com (2015)

1.2. SISTEMAS DE RIEGO EN SUPERFICIE, DE RIEGO LOCALIZADO O POR GOTEO

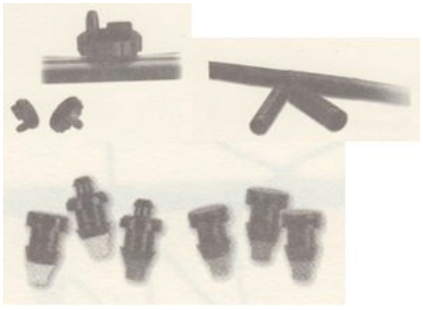
El agua se aplica a la planta mediante goteros, que riegan gota a gota, a baja presión (5-15 m.c.a.), produciéndose una menor evaporación de agua. Además, permite aportar a cada planta la cantidad exacta de agua, con un ahorro considerable.

— Sistemas laterales de riego integral o líneas de goteo

— Por goteros insertados

— Goteros autocompensados

Tienen como desventaja que el coste de la instalación es mayor, que la cal puede provocar problemas de obturación de los goteros y en terrenos salinos, este sistema puede provocar afloramiento de sales en los puntos de riego.



Fuente: Fundación Ecología y Desarrollo (2000)

1.3. SISTEMAS DE RIEGO SUBTERRÁNEO O DE DRENAJE INVERSO

Son sistemas muy eficientes a nivel hídrico, aunque necesitan una infraestructura más importante y pueden producirse problemas de atascos con más facilidad que en los sistemas anteriores.



RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

1- Concretar el uso exacto del jardín y sus recorridos principales.

2- Definir las diferentes zonas de riego. Uno de los principios básicos es diferencias en el jardín zonas de riego elevado, de riego moderado y de bajo consumo, distribuyendo las especies y diseñando los sistemas de riego de forma que el agua pueda ser suministrada independientemente a cada zona. Sólo así cada grupo de especies podrá recibir la cantidad de agua que necesita sin pérdidas de agua innecesarias.

3- Elección del sistema de riego. A la hora de plantearse un diseño de un jardín ecoeficiente, habrá que tomar decisiones sobre:

— Correcta colocación de tomas de agua

— Elección de sistemas de riego hidroeficiente: tanto los difusores como los aspersores y goteros tienen diferentes tipos de caudales, alcances y recorridos y es importante elegir el que mejor se ajuste a cada necesidad.

— Automatización de las redes y programación de riego según época del año:

- Ajuste de horarios para mínimización de pérdidas por evaporación y quemado (amanecer y atardecer).
- Sensores de lluvia y humedad para ajuste de caudal.
- Sistemas de filtrado, de regulación de presión y válvulas antirretorno.

— Adecuado mantenimiento de la instalación

MANTENIMIENTO.

Es recomendable seguir unas pautas para el riego:

— Es conveniente regar en las horas de menos calor para perder la mínima cantidad de agua por evaporación.

— Los árboles y arbustos recién plantados requieren riegos frecuentes. Sin embargo, una vez que se han desarrollado bien sus raíces (tras unos 2 años), los riegos son cada vez menos necesarios. En muchas ocasiones bastará con tres o cuatro riegos en el verano e, incluso, algunas especies no necesitarán riego alguno.

— Es preferible regar árboles y arbustos pocas veces aunque con generosidad. Las plantas desarrollarán así mejor las raíces y se harán más resistentes a las sequías.

— El riego debe plantearse con flexibilidad, adaptándolo a la meteorología. Antes es recomendable comprobar el grado de humedad del suelo. En riegos automatizados, pueden incorporarse un sensor de lluvia y un sensor de humedad para evitar riegos innecesarios.
— Hay que tener en cuenta que un riego superior a las necesidades de las plantas provoca un desarrollo superficial de las raíces, una mayor sensibilidad a los cambios climáticos y una debilidad general frente a las enfermedades.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Las necesidades de riego de un cultivo se calculan como:
Nr = ETo x Kc x 1/Kr x Kt = ETo x KJ
Donde:
ETo = evapotranspiración potencial del cultivo de referencia.
Kc = coeficiente de eficiencia de uso del agua del cultivo
Kr = coeficiente de eficiencia del sistema de riego
Kt = coeficiente de eficiencia de las técnicas de jardinería

Los valores de estos coeficientes pueden encontrarse en Heredero, 2010.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Heredero, R. et al. 2010. *Eficiencia en el uso del agua en jardinería en la Comunidad de Madrid*. Cuadernos I+D+i, Nº10. Canal Isabel II. Enlace

Costello y Jones. 2000. A Guide to Estimating Irrigation Water Needs of Landscape Plantings in California. The Landscape Coefficient Method and WUCOLS III. University of California Cooperative Extension California Department of Water Resources.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Cada cultivo implica, intrínsecamente, unos costes de implantación, mantenimiento, reposición, jardinería y necesidades de riego. Lo mismo ocurre con los sistemas de riego, que llevan asociados unos costes de implantación y mantenimiento o con las técnicas jardineras.

Los costes de agua calculan a partir del coeficiente de eficiencia del jardín. Con este coeficiente se obtiene la dotación eficiente que multiplicando por los días de riego al año; por el número de años (se ha propuesto 10 años, que parece un tiempo razonable como vida útil del jardín) y el precio del agua, se obtiene el coste en agua de esa alternativa, en los 10 años. La suma de todos estos costes será el resultado del coste total de la alternativa.

BANCO PRECIOS.

Heredero, R. et al. 2010. *Eficiencia en el uso del agua en jardinería en la Comunidad de Madrid*. Cuadernos I+D+i, Nº10. Canal Isabel II. Enlace

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Heredero R. Chamochín R., Vilar J.L. y Suárez F. 2010. *Eficiencia en el uso del agua en jardinería en la Comunidad de Madrid*. Cuadernos I+D+i, Nº10. Canal Isabel II

Arizmendi Barnes, L.J. y otros. 2007. *Guía para la Redacción de Proyectos de Urbanización*. CSCAE. Madrid.

Costello y Jones. 2000. *A Guide to Estimating Irrigation Water Needs of Landscape Plantings in California. The Landscape Coefficient Method and WUCOLS III*. University of California Cooperative Extension California Department of Water Resources.

Arizmendi Barnes, L.J. 1991. *Instalaciones Urbanas. Infraestructura y Planeamiento.* Tomos I, II y III. Madrid: Editorial Bellisco (MBH).

Fundación Ecología y Desarrollo. 2000. *Guía Práctica de Xerojardinería. Guías prácticas para un uso eficiente del agua.* Edit. Bakeaz.

Vicente J. 1999. *Programas de conservación y mantenimiento en parques públicos y privados, para el ahorro de agua.* Encuentro Internacional "Eficiencia del agua en las ciudades". Zaragoza.

WEBS.

- Sistemas de riego de alta eficiencia.

A 4. NUEVAS TECNOLOGÍAS.

A.4.2. AGUA Y ENERGÍA (AE)

- AE-01: Agua caliente sanitaria termosolar.
- AE-02: Optimización de la presión de suministro.

Volver al capítulo 5

Volver al índice

AE-01

AGUA CALIENTE SANITARIA TERMOSOLAR

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Contribución solar mínima de aguas caliente sanitaria ACS:

Esta Sección (CTE-DB-HE4) es de aplicación a: a) edificios de nueva construcción o a edificios existentes en que se reforme íntegramente el edificio en sí o la instalación térmica, o en los que se produzca un cambio de uso característico del mismo, y en los que exista una demanda de agua caliente sanitaria (ACS) superior a 50 l/d; b) ampliaciones o intervenciones, no cubiertas en el punto anterior, en edificios existentes con una demanda inicial de ACS superior a 5.000 l/día, que supongan un incremento superior al 50% de la demanda inicial; c) climatizaciones de: piscinas cubiertas nuevas, piscinas cubiertas existentes en las que se renueve la instalación térmica o piscinas descubiertas existentes que pasen a ser cubiertas.

Fuente: CTE_DB-HE. Enlace.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

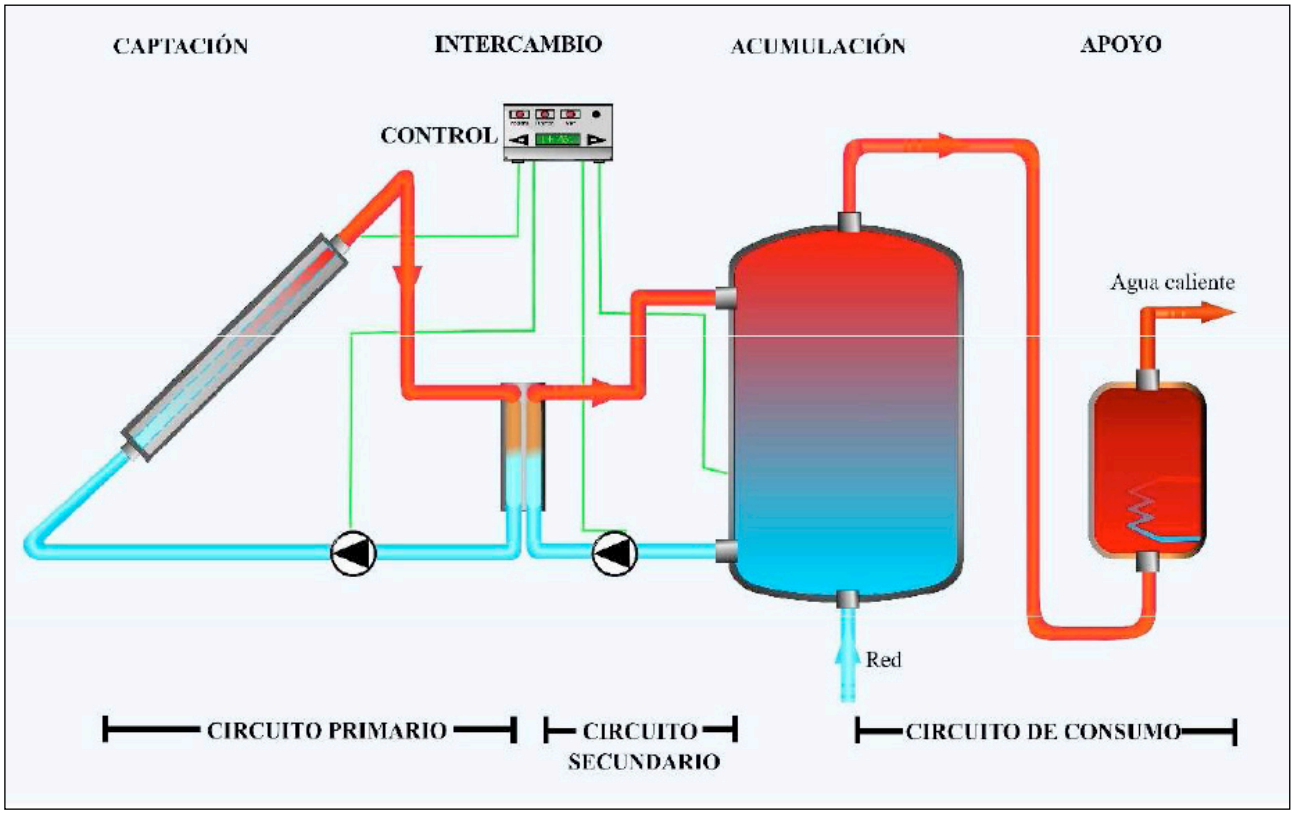


Figura 1. Esquema de sistema doméstico. Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

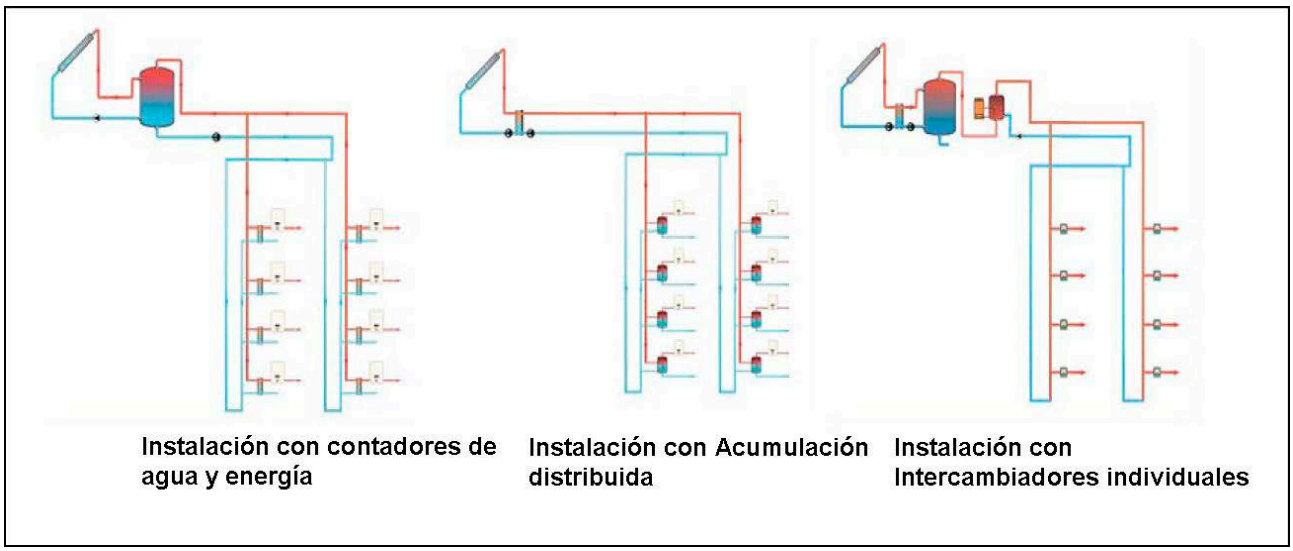


Figura 2. Configuraciones. Las instalaciones solares térmicas se pueden diseñar con diferentes configuraciones, permitiendo así la adaptación a los requerimientos técnico-administrativos de los edificios.

Fuente: Agencia Andaluza de la Energía.

CLASIFICACIÓN:

CAPTADOR PLANO PROTEGIDO:

Compuesto por una caja metálica de color negro que aloja los dispositivos necesarios para la circulación de un fluido, y una cubierta transparente para aprovechar el efecto invernadero.

CAPTADORES DE TUBOS DE VACÍO:

Formado por colectores lineales alojados en tubos de vidrio al vacío.

RECOMENDACIONES :

Para el cálculo de la contribución solar mínima es necesario considerar:
- La zona climática.
- La demanda de agua caliente sanitaria.

Además, a la hora de dimensionar la instalación, es importante recordar las siguientes condiciones:
- Se deberá considerar el equilibrio térmico e hidráulico de la red.

Dentro del equilibrio térmico del sistema, se deberá tener en cuenta la posibilidad de sobrecalentamiento de los colectores. En Andalucía, y dadas sus características de irradiación solar, el cumplimiento de las condiciones mínimas antes descrita, puede dar lugar al sobrecalentamiento de los mismos. Para ello, se deberán contemplar las recomendaciones del CTE H4 recogidas en su apartado 3.2.2.3.1 Protección contra sobrecalentamientos.

- Se deberán considerar las demandas de ACS a lo largo del año, y en particular la disminución de la demanda en periodo estival. Para ello, se puede ajustar, dentro de los límites funcionales, la inclinación de los colectores.

La inclinación más idónea para obtener un máximo rendimiento de la instalación es la latitud del lugar más 10º (en el caso de Andalucía y de forma genérica 45º). Sin embargo variaciones de 315º no afectan en exceso al rendimiento de la instalación. En concreto, si en Andalucía una inclinación de 45º respecto a la horizontal es la más óptima para una demanda de uso de la instalación continua en todo el año, con una inclinación de 30º se obtendría una minoración en el rendimiento del 1%, y con una inclinación de 60º del 5%. Cuando se desee potenciar el aporte solar en invierno la inclinación más adecuada tiende a ser próxima a 60º, y cuando la demanda en verano es sensiblemente superior a la demanda en invierno es conveniente que se tienda a los 30.

Deberá incluirse el programa de mantenimiento de la instalación.

Deberá incluirse la instalación de contadores individuales de energía térmica en las instalaciones colectivas. En el momento de redactar esta ficha (junio de 2015) esta recomendación está pendiente de aprobación dentro del documento del proyecto de RD Eficiencia Energética. Enlace.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Aplicación para un predimensionado básico de la instalación. (Konstruir.com). Enlace.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Guía de sistemas de ahorro de agua en la edificación. Instituto Valenciano de la edificación. Enlace.

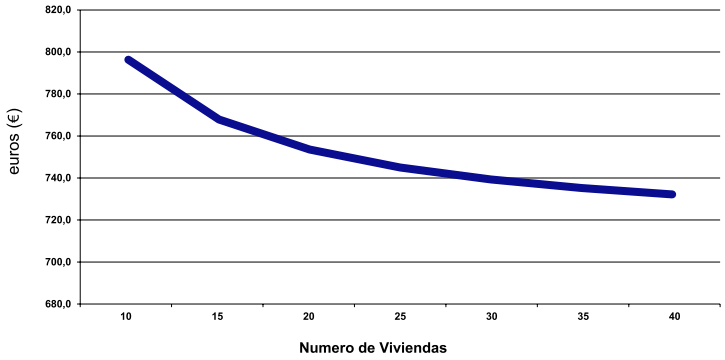
COSTES:

COSTE UNITARIO.

El coste de las instalaciones solares térmicas dependen de numerosas variables: número de viviendas, ubicación, tecnologías, topología de los edificios, etc., por lo que no es posible evaluar los costes de antemano.

A modo de ejemplo, se puede evaluar el coste por vivienda, para viviendas construidas en bloques de pisos ubicadas, en Sevilla, con 3 dormitorios y una ocupación de 4 personas por vivienda el coste por vivienda refleja las economías de escala.

Fig.3 Coste por vivienda



Fuente: Elaboración propia a partir de “Generador de precios de la construcción”.

El coste para viviendas unifamiliares y con una ocupación de 4 personas por vivienda, ubicadas en Andalucía oscila entre 3.000 y 4.500 euros por vivienda.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

ATECYR. 2010. *Guía técnica de agua caliente sanitaria central*. IDEA. Serie Ahorro y Eficiencia Energética en la Climatización. Madrid. ISBN: 978-84-96680-52-4. Enlace.

Cañavate, D., Pérez-Solano, M.J., Sánchez, M. *La incorporación de la Energía Solar al proyecto arquitectónico.* Agencia Andaluza de la Energía Consejería de Innovación, Ciencia y Empresa Junta de Andalucía. Sevilla. Enlace.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.





Fuente: Cañavate et al.

OTRAS OBSERVACIONES:

El programa de la Junta de Andalucía sobre Construcción Sostenible recoge como medida subvencionable la instalación de colectores solares para la producción de ACS.

Decreto-ley 1/2014, de 18 de marzo, por el que se regula el Programa de Impulso a la Construcción Sostenible en Andalucía y se efectúa la convocatoria de incentivos para 2014 y 2015.

AE-02

OPTIMIZACIÓN DE LA PRESIÓN DE SUMINSTRO

OTRAS DENOMINACIONES:

Grupos de presión, presión de suministro en bloques de viviendas.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

En viviendas ubicadas en bloques de pisos de más de 3 alturas, construidos antes de la década de los 90 se instalaban grupos de presión para garantizar la presión de servicio a los últimos pisos. En la actualidad, no es difícil encontrar estos equipos en bloques de viviendas y pueden presentar desajustes tanto en la consigna como en los pisos a los que sirve.

Estos equipos están compuestos por: un deposito auxiliar para evitar la toma directa del equipo de bombeo; equipo de bombeo compuesto, como mínimo, por dos bombas de iguales prestaciones, montadas en paralelo con funcionamiento alternativo; y un deposito de presión con membranas, conectadas a dispositivos de valoración de la presión de la instalación, para su puesta en marcha y parada automáticos.

Con posterioridad a esa fecha, los equipos de presión que se han venido instalando son de accionamiento regulable, también llamados de caudal variable, que mantienen la presión mediante la regulación de la velocidad del motor de la bomba mediante un variador de frecuencias.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

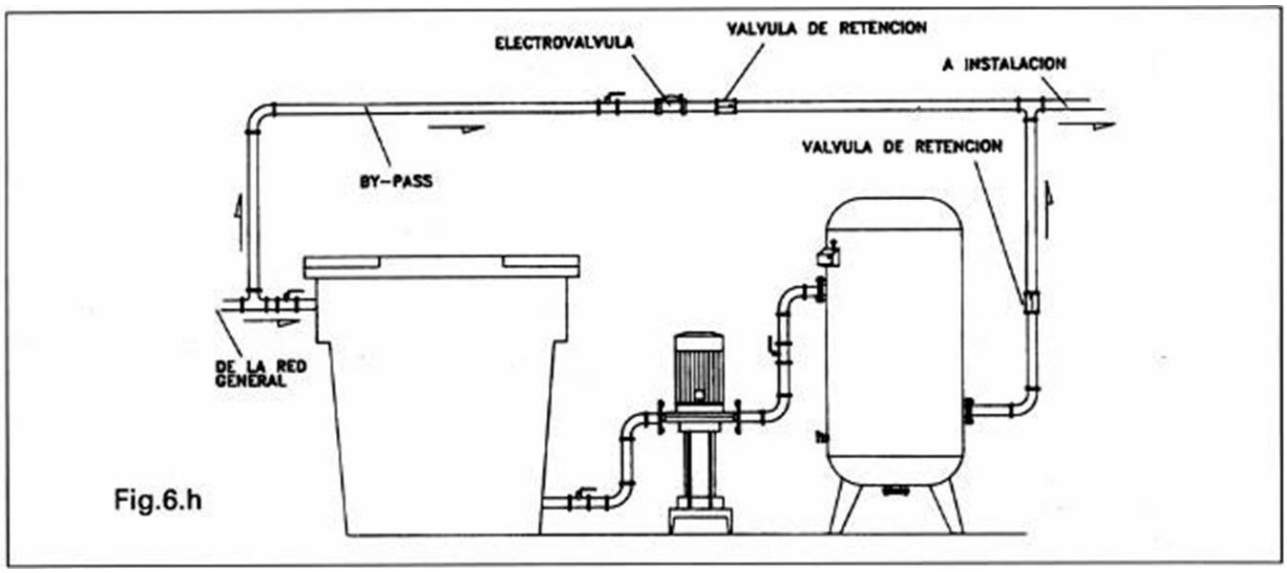


Fig. 1. Esquema de instalación. www.tecnicsuport.com

CLASIFICACIÓN:

CONVENCIONALES:

Formado por depósito auxiliar de alimentación, equipos de bombeo y depósito de presión.

DE ACCIONAMIENTO REGULABLE:

También llamado de caudal variable, equipado con un variador de frecuencia para el accionamiento de las bombas.

RECOMENDACIONES :

Se recomienda evaluar la presión de paro y la presión de consigna y compararla con la presión de suministro.

Para evaluar la presión de suministro se han de tener en cuenta los siguientes valores:
Altura de aspiración de la instalación, altura geométrica, pérdidas de carga en tuberías, pérdida de carga en accesorio, pérdidas de carga en elementos singulares (filtros, contadores, etc.) y la presión mínima dinámica del aparato en la situación más desfavorable.

1. La presión de arranque del grupo no debe ser inferior a la presión de suministro.
2. La presión de paro debe ser la presión de arranque + 2 ó 3 bares.
3. La presión de consigna ha de ser como mínimo igual a la presión de suministro + 1 bar.

Se recomienda comprobar si los dos o tres primeros pisos están conectados al grupo de presión. Si lo están, evaluar si la presión que garantiza la compañía suministradora de agua puede servir directamente a estos primeros pisos con garantía de presión de servicio, con el consiguiente ahorro de energía.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

El predimensionado se ha de realizar, de una parte, comprobando la presión de servicio garantizada por la compañía suministradora de agua, para evaluar a cuantos pisos se puede servir directamente de la red, y de otra, comprobando la presión de salida tarada en el presostato, para evaluar si los primeros pisos se sirven con presiones mayores de 5 bar.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Código Técnico de la Edificación CTE apartado 4.5.2.2 y 4.5.2.3.
Norma UNE 149201 Abastecimiento de agua. Dimensionado de instalaciones de agua para consumo humano dentro de los edificios .

COSTES:

COSTE UNITARIO.

El coste sería el correspondiente al asesoramiento técnico para diagnosticar la instalación, y en su caso, el ajuste de la presión de consigna.

P.A. Por la realización del informe, donde se recoja el diagnostico de la situación de los grupos de presión y la evaluación de los posibles ahorros que se alcanzarían: 100 euros.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

La Consejería de Fomento y Vivienda de la Junta de Andalucía tiene editado un "Manuel para el uso, mantenimiento y conservación de edificios destinados a viviendas" que recogen las instrucciones de mantenimiento de los grupos de presión. Enlace.

Existe en la red la posibilidad de acceso a diversos manuales de fabricantes, instaladores, etc. Enlace.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

En general se debe aplicar a todos los bloques de viviendas que tengan instalados sistemas convencionales de grupos de presión, donde la presión de suministro a los primeros pisos superen los 5 bar.

OTRAS OBSERVACIONES:

El programa de la Junta de Andalucía sobre Construcción Sostenible recoge como medida subvencionable la sustitución de los grupos de presión.

Decreto-ley 1/2014, de 18 de marzo, por el que se regula el Programa de Impulso a la Construcción Sostenible en Andalucía y se efectúa la convocatoria de incentivos para 2014 y 2015.

A.4. NUEVAS TECNOLOGÍAS.

A.4.3. PLUVIALES (AP)

CONTROL EN EL ORIGEN

- AP-01: Captación y almacenamiento de pluviales.
- AP-02: Cubierta vegetada.
- AP-03: Superficies permeables.
- AP-04: Pozos de infiltración.
- AP-05: Zanjas de infiltración.

SISTEMAS DE FILTRACIÓN Y TRANSPORTE

- AP-06: Drenes filtrantes o franceses.
- AP-07: Franjas filtrantes.
- AP-08: Cunetas verdes.

SISTEMAS DE FILTRACIÓN E INFILTRACIÓN

- AP-09: Jardines de infiltración.

SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO

- AP-10: Depósitos de infiltración.
- AP-11: Depósitos de detención.
- AP-12: Estanques de retención.
- AP-13: Humedales artificiales.

Volver al capítulo 5

Volver al índice

AP-01

CAPTACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE PLUVIALES

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES

TÉRMINOS EN INGLÉS:

RAINWATER HARVESTING WATER CATCHMENT SYSTEMS

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

El aprovechamiento de agua de lluvia consiste en recoger y almacenar el agua procedente de la escorrentía de superficies impermeables, y utilizarla como recursos alternativo para el abastecimiento en usos poco exigentes (riego, limpieza, etc.). Se trata de una técnica muy antigua de la que encontramos ejemplos a lo largo de todo el litoral mediterráneo, como el impluvium romano o los aljibes árabes.

En cuanto a su composición, consta básicamente de los siguientes elementos:

— Superficie de captación.

— Filtros primarios: Consiste en una rejilla que impide el paso a su través de elementos con un determinado tamaño, como hojas u otros.

— Conducciones: canalones, bajantes y tuberías.

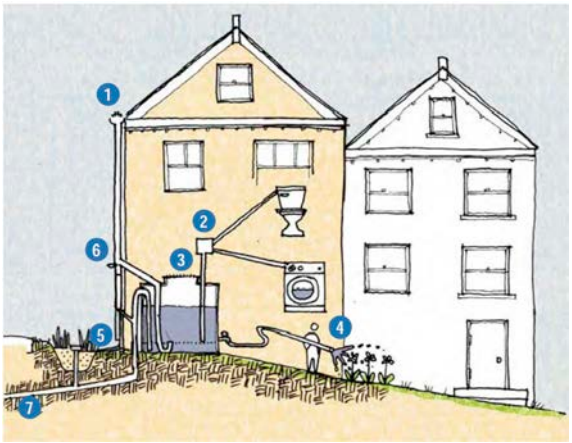
— Separador de primera lluvia, para eliminar la contaminación por limpieza de superficies que ésta contiene. Traslada esta porción de agua hacia la red de saneamiento.

— Depósito de almacenamiento o aljibe.

— Grupo de bombeo (dependiendo del caso).

— Depurador y/o potabilizador (dependiendo de la aplicación).

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



1. Filtro primario / 2. Bomba / 3. Acceso para mantenimiento / 4. Red de agua no potable / 5. Superficie para disipar energía / 6. Separador de primeras lluvias / 7. Aliviadero de excedentes al sistema de drenaje

Fig.1. Componentes del sistema de almacenamiento de pluviales. Fuente: SFPUC, 2009.

CLASIFICACIÓN:

DEPÓSITO SUBTERRÁNEO

Estéticamente no supone un obstáculo en el paisaje y el agua sufre menos las diferencias de temperatura. Por otro lado, suele requerir una mayor inversión inicial y es más difícil su mantenimiento.

DEPÓSITO EN SUPERFICIE

Pueden ser a su vez cerrados o abiertos. Los cerrados generalmente suponen un elemento poco atractivo mientras que los abiertos suelen aprovecharse como recurso estético en los espacios exteriores (estanques). El recurso está más expuesto a los cambios de temperatura y, en los abiertos, a procesos biológicos y de contaminación (caídas en su interior de hojas, insectos...) que suelen generar la aparición de algas.

DEPÓSITO AÉREO

Ubicado en altura, permite el suministro por gravedad, aunque el impacto visual es mucho mayor así como la exposición a los cambios climáticos.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

Un dimensionado adecuado es fundamental para maximizar los beneficios potenciales que pueden tener. Son ideales para su implantación las viviendas unifamiliares y edificios administrativos y educativos de hasta 3 alturas, que suelen contar con grandes superficies en planta, aunque también pueden resultar de utilidad en otras tipologías.

Es importante comprobar que se dan las condiciones para asegurar cierta calidad en el agua recogida. En este sentido, se debe comprobar que no exista una excesiva contaminación atmosférica que pueda dar lugar a lluvia ácida (pH < 5).

En relación a la influencia de los materiales de las superficies de recogida, el siguiente cuadro recoge algunas recomendaciones:

Material	Escorrentía	Calidad	Observaciones
Acero galvanizado	Elevada	Adecuada	
Cobre	Elevada	Precaución	- El óxido de cobre puede generar manchas en los aparatos sanitarios de tipo porcelánico
Teja arcilla	Baja	Apta	- Debido a la permeabilidad del material, se puede perder hasta un 10% en volumen. Se mejora sellado la superficie - Pueden proliferar bacterias debido a la porosidad del material. Se mejora la calidad si el sellante es antibacterias.
Lamina asfáltica	Baja	Inadecuada	- Contiene toxinas - Puede tener pérdidas de hasta el 10%
Gravas	Baja	Inadecuada	- Material permeable con difícil escorrentía - Según la procedencia, pueden contener sustancias tóxicas - Favorece la proliferación de bacterias
Alquitrán	Elevada	Inadecuada	- Contienen sustancias tóxicas
Pizarras	Elevada	Adecuada	
Baldosa arcilla	Elevada	Apta	- Si no se utilizan selladores contaminantes son adecuadas para consumo humano
Cubierta vegetal	Baja	Inadecuada	- Muy permeable - Puede arrastras sustancias químicas

El depósito de almacenamiento de pluviales, siempre que sea cerrado, debe preservar de la acción de la luz (opacidad) y el calor (aislamiento), además de evitar también la proliferación de insectos, fenómeno que puede ser especialmente importante en zonas cálidas. La ubicación,

forma y dimensiones dependerán de las condiciones de cada contexto (demandas a cubrir, pluviometría, alturas, etc.), aunque será importante buscar un espacio amplio, plano y con capacidad portante para localizar el depósito.

Podrá existir una conexión de la red de abastecimiento para suplir necesidades de demanda cuando el depósito se vacía.

Se recomienda diseñar el sistema, cuando sea posible, de manera que se pueda aprovechar la gravedad para la recogida y distribución del recurso, mejorando así la eficiencia energética del sistema y disminuyendo los costes y labores de mantenimiento.

Es de suma importancia señalizar adecuadamente la red de distribución del recurso como de agua no potable.

MANTENIMIENTO.

Se recomienda hacer una inspección general de los elementos cada seis meses para comprobar su adecuado funcionamiento y la no existencia de fugas.

Es recomendable realizar una limpieza de la superficie de captación antes de la época de lluvia (o en su caso, antes de ponerlo en funcionamiento), evitando que la contaminación acumulada entre en el sistema de almacenamiento. Habrá de realizarse también una limpieza del depósito, así como de los filtros, aunque estos últimos deberán tener un mantenimiento más habitual en relación a la eliminación de hojas, etc. Se recomienda realizar la limpieza con productos no tóxicos, como el vinagre.

Si existen sistemas de desinfección y/o potabilización, habrá de comprobarse periódicamente su correcto funcionamiento.

Si se detectan malos olores, se recomienda la limpieza y desinfección del sistema y la búsqueda y corrección del problema.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

SEPARADOR DE PRIMERA LLUVIA (VOLUMEN)

Criterio de fabricantes:

— 0.5 l/m2 si la superficie de captación está libre de vegetación

— 2 l/m2 si la superficie contiene hojarasca o insectos,...

Criterio técnico:

— El volumen recogido desde el instante en que se inicia la lluvia hasta que llega la partícula de agua que se encuentra en el punto más alejado de la superficie de captación.

DEPÓSITO DE ALMACENAMIENTO (VOLUMEN)

Dependerá de la relación entre la capacidad de captación y la demanda del sistema.

— Capacidad de captación (A):

A = C x S x P

C = coeficiente de escorrentía

S = superficie de captación (m2)

P = pluviometría media anual, en función de la ubicación.

— Demanda (m3/año), en base a las necesidades a cubrir con este recurso (ver capítulo 5.1. ME-3)

— Si A > D tomamos D como valor de cálculo

Si D > A debemos descartar algún uso, o limitarlo.
V = D x E / 365
E = periodo anual de ausencia de lluvias (función de la climatología local).
Este volumen podrá incrementarse entre un 15-20% en relación a el agua descartada, volumen de fondo con sedimentos, etc.

Se puede realizar un cálculo más preciso del volumen si estimamos la demanda y la capacidad de captación mes a mes, y deducimos así el volumen de carencia acumulado durante los meses de estiaje.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Aqua España. 2010. *Guía Técnica de Aprovechamiento de Aguas Pluviales*. Aqua España.

López Patiño, G. et al. 2011. Dimensionado de depósitos domésticos de aguas pluviales utilizando series temporales de datos. Tecnología y Ciencias del Agua, vol. II, núm. 1, enero-marzo, 2011, pp. 52-64. Enlace.

Woods-Ballard, P., Kellagher, R., Martin, P., Jefferies, C., Bray, R. y Shaffer, P. (2007) CIRIA: *The Suds Manual*, p. 6-31. Construction Industry Resarch and Information Association. Enlace.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Variará en función de la tipología de la edificación y la superficie de captación disponible. El coste final vendrá en gran parte condicionado por el volumen de almacenamiento, cuyo coste se estima en torno a 100 euros/m^3.

BANCO PRECIOS.

—

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Aqua España. 2010. Guía Técnica de Aprovechamiento de Aguas Pluviales. Aqua España.

Farreny, R., et al. 2011. *Roof selection for rainwater harvesting: Quantity and quality assessments in Spain*. Water Research. DOI 10.1016/j.watres.2011.03.036

Farreny R, Gabarrell X, Rieradevall J. 2011. *Cost-efficiency of Rainwater Harvesting Strategies in Dense Mediterranean Neighbourhoods*. Resources, Conservation and Recycling. doi:10.1016/j.resconrec.2011.01.008

Pitt, R. 2012. *Stormwater Non-Potable Beneficial Uses and Effects on Urban Infrastructure WERF Report INFR3SG09*. London: IWA Publishing. Enlace.

Phillips, V., Tshida, R. Captación de agua de lluvia como alternativa para afrontar la escasez de agua. GEM-TIES. Méjico.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Fig. 2. Mills college in Okland, California. Fuente: SFCUP, 2010.

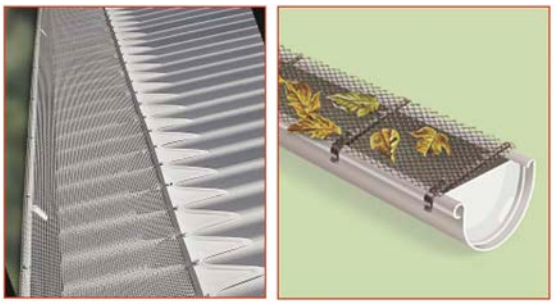


Fig. 3. Canaleta con rejilla. Fuente: Phillips, V.



Fig. 4. Trampa de sólidos. Fuente: Phillips, V.



Fig. 5.Aljibe de recogida de pluviales. Fuente: Clean Air Gardening

AP-02

CUBIERTA VEGETADA

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

CUBIERTA/AZOTEA/TECHO VEGETAL, AJARDINADO, VERDE O ECOLÓGICO.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

GREEN-ROOF

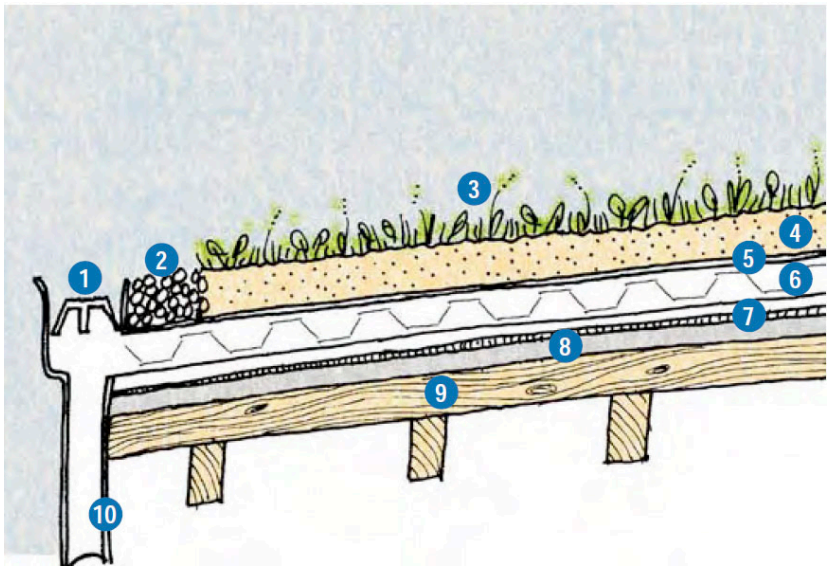
DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Las cubiertas vegetadas son concebidas para detener y retener las aguas pluviales, reduciéndose de esta manera la cantidad que llega a las redes de saneamiento y, sobre todo, generando una laminación de los caudales punta, además de permitir un proceso de filtración en el que hay una reducción de la carga contaminante respecto a la escorrentía en cubiertas convencionales. Hay estudios que demuestran además la enorme capacidad como aislante térmico que representan, especialmente reduciendo ganancias de calor en climas cálidos.

Además de estas funciones básicas, las cubiertas vegetadas reducen el efecto "isla de calor" de las ciudades, contribuyen a mejorar la calidad atmosférica, recuperan biodiversidad y mejoran la estética y funcionalidad del nivel superior de las ciudades (SFPUC, 2010).

Se disponen con un sistema multicapa compuesto generalmente por los siguientes elementos:
1. La capa de vegetación, para la que se deben escoger especies adaptadas a la climatología, normalmente autóctonas, preferiblemente con mínimas necesidades de riego y una profundidad radical adecuada a la dimensión del sustrato.
2. El sustrato o medio de crecimiento, que es el elemento dotado de una estructura porosa, nutrientes, composición química y propiedades de drenaje necesarias para el crecimiento de las plantas escogidas.
3. La capa de drenaje, que separada del sustrato por una capa filtrante (geotextil habitualmente), está compuesta de varios tipos de materiales granulares (arenas, gravas, material volcánico, etc.), elementos modulares o sistemas laminares.
4. Barrera de antiraíces, impide que las raíces puedan penetrar a través de la membrana impermeable dañándola. Esta barrera puede ser un biocida o una espesa capa de polietileno.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



1. Filtro de hoja / 2. Grava / 3. Plantas resistentes a la sequía / 4. Sustrato / 5. Lámina geotextil filtrante / 6. Capa drenante y de almacenamiento de agua / 7. Lámina anti-raíces y membrana impermeable / 8. Aislamiento / 9. Estructura portante / 10. Bajante para excedentes.

Fig. 1. Composición de cubierta vegetadas. Fuente: SFPUC, 2009.

CLASIFICACIÓN:

CUBIERTA EXTENSIVA

En este tipo de sistemas, todo el espacio está cubierto con vegetación baja, de poco crecimiento y preferiblemente, que apenas necesite mantenimiento. Normalmente tienen un espesor de suelo entre 25 y 125 mm, y pueden ser llanas o inclinadas. Se recomiendan plantas duras, tapizantes y resistentes a sequía (Ej.Sedum).



Fig..2. Cubierta extensiva. Casa de retiro en San José de la Rinconada. Arquitecto: Emilio Ambasz.

CUBIERTA INTENSIVA

En ellas se puede realizar cualquier tipo de actividad, son accesibles y representan una oportunidad de creación de un entorno agradable del cual los usuarios del edificio pueden hacer uso. Tienen sustratos de más de 125 mm, y se puede ubicar mobiliario, respetando siempre la carga máxima que permita la estructura. Permiten plantas de mayor porte, asemejándose a un jardín, y requieren de un mayor mantenimiento.



Fig. 3. Cubierta ajardinada intensiva. Fuente: Asescuve.

CUBIERTA SEMI INTENSIVA

Surge como combinación de las anteriores, mezclando arbustos pequeños con otras plantas de la familia del tipo extensivo, tapizantes, etc. Pueden alcanzar pendientes de hasta 30 º.



Fig. 4. Cubierta semi-intensiva. Ayuntamiento de Chicago.
Fuente: Center for neighborhood technology.

CUBIERTA "BIODIVERSA"

La cubierta biodiversa (o cubierta marrón, brown roof) es similar en composición a una cubierta extensiva, pero se diseña específicamente para crear un entorno que pueda ser colonizado naturalmente por plantas, insectos y pájaros, creando un hábitat similar al previo a la edificación.



Fig. 5. Cubierta biodiversa. Fuente: drenajeurbanosostenible.org

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

Los aspectos más importantes a tener en cuenta en el diseño de una cubierta vegetada son:

— Considerar el peso saturado del conjunto suelo-agua y la capacidad resistente de la estructura del edificio. La carga adicional que supone la utilización de cubiertas vegetadas, varía habitualmente entre 0.7 y 5 kN/m2.

— Para garantizar un buen drenaje en la cubierta se recomienda que se ejecuten con una pendiente mínima de 2º y máxima de 40º, dependiendo del tipo de cubierta, y poniendo especial

atención en evitar que se produzcan depresiones en donde se puede acumular el agua.

— Considerar la gestión del drenaje en la cubierta. Se recomienda que sean capaces de almacenar el agua de lluvia de tormentas de hasta dos años de periodo de retorno. Para tormentas de mayor magnitud, las cubiertas vegetadas contribuirán a la atenuación de la escorrentía generada, pero no la eliminará completamente. (Perales, S.2013).

— La resistencia de la membrana impermeable a la penetración de las raíces debe garantizar que el agua no comprometa de ninguna manera la integridad del edificio.

— Asegurarse de la idoneidad de ciertas plantas. Para que la cubierta sea eficiente, habrá que intentar que ésta sea lo más autosuficiente posible, sobre todo en términos de consumo de agua. En la medida de lo posible, se plantará vegetación que se adapte al régimen de precipitaciones del lugar, y donde el clima sea seco, se colocarán plantas muy resistentes a la sequía. No obstante, se deberá disponer de los medios de riego necesarios para la fase de establecimiento de la vegetación, y para periodos largos de sequía.

— Pueden combinarse con la presencia de paneles solares, teniendo incluso un efecto positivo al disminuir la temperatura. No obstante, habrá de considerarse la sombra proyectada y otras cuestiones.

— Si bien no hay medidas obligatorias para el control del fuego en las cubiertas verdes actualmente, es recomendable dejar bandas sin vegetación, por ejemplo con guijarros o de pavimento, y elementos cortafuegos.

CONSTRUCCIÓN.

— Para cubiertas a partir de una determinada inclinación, hay que tener en cuenta la necesidad de métodos de retención del sustrato y de drenaje. Para pendientes mayores a 10º hay que colocar anclajes. Si se plantea superar los 45º, habrán de utilizarse las tecnologías que se emplean en los muros vivos o jardines verticales.

— La capa impermeable debería subir al menos 150 mm sobre cualquier otro elemento (sustrato o barrera de vegetación) en la parte vertical. En los lugares donde se usa material impermeabilizante sobre las caras verticales de los soportes y parapetos, la membrana debe ir doble o con un refuerzo o protección metálica.

— Todos los soportes, perímetros del tejado, salidas y elementos salientes del tejado deben ser protegidos por una barrera no vegetada de unos 20 a 40 mm que puede ser de grava o de losetas de hormigón. Esta barrera debe ser de la misma profundidad del sustrato y no menos de 500 mm en la horizontal.

— Si se usa una barrera de control de vapor con una baja resistencia, el vapor se moverá de forma negativa, resultando en una condensación interna y una mala acción térmica.

— Para evitar problemas por una posible obstrucción, al menos debe haber dos salidas diferentes de agua. Estos puntos de desagüe han de estar protegidos de la vegetación por una barrera de piedras o grava para prevenir la intrusión de las plantas en los bajantes. Todos los sumideros y bajantes deben tener unas arquetas de fácil accesibilidad y con tapa que se pueda retirar sin problemas. Así podrá retirarse con facilidad cualquier elemento arrastrado por el agua y simplificará las labores de mantenimiento e inspección.

MANTENIMIENTO.

Cada tipo de cubierta vegetada requerirá unas labores de mantenimiento diferentes (Perales, S. 2014).

— Las cubiertas intensivas son las que generalmente requieren un mantenimiento mayor. En los primeros años, las labores de riego, limpieza y abono son muy importantes para conseguir

que la vegetación se establezca completamente.

— Las cubiertas de tipo extensivo son las que habitualmente van a requerir menos atención. Anualmente se recomienda comprobar que no existen especies invasoras, eliminar restos y comprobar que los elementos de drenaje no están obstruidos.

— En el caso de que haya sistemas mecánicos instalados en la cubierta (p. ej. equipos de aire acondicionado), habrá que tener en cuenta que no se están produciendo fugas que puedan estar causando contaminación en el suelo y por ende en el agua de escorrentía en caso de lluvias excepcionales.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Deberá tenerse especial atención en la sobre carga estructural de la cubierta.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

48 euros/m^2 (40 cm de espesor medio del sustrato).

Varían mucho en función de la tipología.

BANCO PRECIOS.

Base de costes de la construcción de Andalucía, 2014.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Rosatto, H.C. et al. 2010. *Eficiencia de la retención hídrica de las cubiertas vegetadas*. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias. UNCuyo. Tomo 42. N° 1. Año 2010. 213-219.

City of Portland. 2009. “Ecoroof Handbook.” Portland: Bureau of Environmental Services. Enlace.

AP-03

SUPERFICIES PERMEABLES

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

SUPERFICIES POROSAS, PAVIMENTOS PERMEABLES, PAVIMENTOS POROSOS, SUPERFICIES O SUELOS DRENANTES.

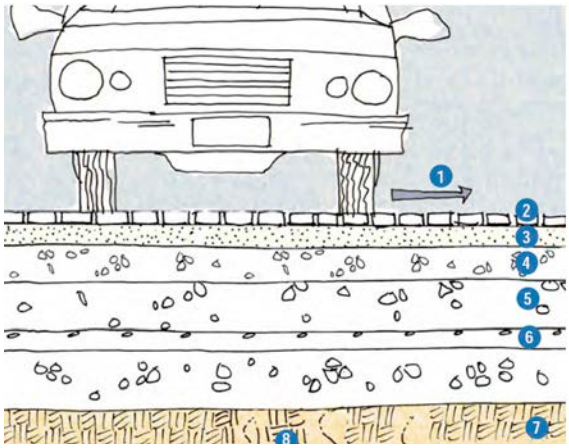
TÉRMINOS EN INGLÉS:

PERMEABLE OR POROUS PAVING, PERVIOUS SURFACES.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Es un sistema de pavimentación y filtración formado por pavimentos, continuos o modulares, que permiten el paso del agua a su través, haciendo que ésta se infiltre en el terreno, o que sea captada y retenida en capas sub-superficiales para su posterior reutilización o evacuación. Pueden llegar a reducir el volumen de escorrentía hasta en un 60% (SFPUC, 2009), atenuando el caudal punta y mejorando la calidad del agua. Existen diversas tipologías según el material superficial: gravas (con o sin refuerzo), pavimentos continuos porosos (asfalto, hormigón, resinas, etc.), bloques y baldosas porosas y bloques impermeables con juntas permeables. En este último caso, los espacios intersticiales pueden estar vegetados. El firme suele estar compuesto de varias capas, y todas ellas han de tener permeabilidades crecientes desde la superficie hacia el subsuelo. El agua atraviesa la superficie permeable, que actúa a modo de filtro, hasta la capa inferior que sirve de reserva, atenuando de esta forma las puntas del flujo de escorrentía superficial. El agua que permanece en esa reserva puede ser transportada a otro lugar o infiltrada, si el terreno lo permite. Las distintas capas permeables retienen partículas de diversos tamaños, aceites y grasas (incluso, según algunos estudios en curso, los hidrocarburos retenidos pueden llegar a ser biodegradados). Pueden incorporar un geotextil que actúa como filtro de separación y como refuerzo estructural.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



1. Escorrentía hacia sistema de saneamiento / 2. Pavimento permeable, modular o continuo / 3. Gravas finas o cama de arena / 4. Capa de transición (gravas medias) / 5. Capa de retención (gravas gruesas o estructuras geocelulares) / 6. Drenaje (si es necesario) / 7. Terreno natural / 8. Infiltración (donde sea posible).

Fig.1. Composición de pavimento permeable. Fuente: SFPUC, 2009.

CLASIFICACIÓN:

PAVIMENTOS CONTINUOS

Se componen por una capa continua de grava, asfalto u hormigón poroso o cualquier material poroso que permita pasar el agua a su través. Estos firmes pueden ir reforzados o no.



Fig. 2. Aparcamiento experimental “La Guía”. Gijón. Fuente: Universidad de Cantabria

PAVIMENTOS MODULARES

Se componen por una capa superficial formada por baldosas o bloques de hormigón, cerámicos o plástico reforzado, que poseen una serie de huecos por los que el agua discurre. Estos espacios pueden rellenarse con tierra, grava o césped.



Fig. 3. Alameda de Hércules. Sevilla. Arquitectos: Elías Torres y Martínez Lapeña.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

La gran variedad de modelos se este tipo de pavimentos los hace muy fáciles de integrar en cualquier tipo de espacio, sin que representen, en general, un coste adicional. Se recomienda su aplicación en zonas de aparcamiento, calzadas con baja intensidad de tráfico, zonas peatonales, aceras y calles residenciales, evitando su instalación en carreteras con tráfico elevado, zonas industriales, gasolineras o lugares en los que se acumulan cantidades elevadas de metales pesados.

Para su diseño se deberá tener en cuenta las características del terreno, concretamente:
— capacidad de infiltración (mayor de 13mm/hr),
— comportamiento ante la presencia de agua (contenido de arcillas menor al 30%),
— profundidad del nivel freático (mayor a 1,2 m) y la sensibilidad del acuífero,
— topografía: no se recomienda su uso con pendientes mayores del 5%.

El volumen de agua a infiltrar vendrá limitado por la capacidad de almacenamiento de las capas inferiores, siempre teniendo en consideración los efectos que el agua pueda producir sobre la capacidad de carga de los suelos subyacentes. Se colocará sistema de drenaje inferior si existe la posibilidad de generar problemas en cimentaciones de edificios cercanos, de contaminación de acuíferos, o si el terreno no tiene capacidad de infiltración suficiente. Deberá disponerse además, la inclinación necesaria para que el agua almacenada evacúe de forma adecuada.

En el caso de viales rodados, deberá garantizarse la resistencia de la capa superficial y la capacidad portante de las inferiores para evitar deformaciones posteriores. Para el caso en el que se den episodios de precipitación más intensos de aquellos para los que se diseñaron, deberán disponerse elementos auxiliares de evacuación.

MANTENIMIENTO.

Se recomienda realizar barridos frecuentes, ya que existe riesgo de obstrucción a largo plazo por acumulación de suciedad, y aspirar la superficie al menos una vez al año, comprobando que se mantiene una cierta capacidad de infiltración (siempre habrá una reducción de los valores iniciales, hasta que se estabiliza en el tiempo). No pueden utilizarse donde haya arrastre superficial de grandes cargas de sedimentos u otro elementos por riesgo de obstrucción y posterior encharcamiento.Si se eliminan elementos como hidrocarburos o metales pesados, éstos han de tener un tratamiento especial, existiendo riesgos de contaminación del acuífero si no se toman las precauciones adecuadas.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Espesor de la capa de almacenamiento:
$e = V_{alm}/(p.Ae)$
siendo: e =espesor
V_{alm}= Volumen de almacenamiento
p = porosidad del material
Ae = área de pavimento poroso.

El espesor de la capa de almacenamiento dependerá del volumen de agua que es necesario almacenar y de la porosidad del material que compone esta capa. Suelen diseñarse para el volumen correspondiente a una intensidad de lluvia propia de periodos de retorno de 2 años. La porosidad de una grava gruesa (2,5 – 7 cm de diámetro) se sitúa en torno al 30%, mientras que en los casos de estructuras geocelulares, dependerá del fabricante.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

AA.VV. “Guía para la Redacción de Proyectos de Urbanización”. Tomos I y II. C.S.C.A.E. (Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España).

Kwok, A.G .and Grondzik,W.T. “The Green Studio Handbook”. Environmental strategies for schematic design”. Second Edition. Edit. Elsevier Inc. 2011

Fernández, B. et al. 1996. *Técnicas alternativas para soluciones de aguas de lluvias en sectores urbanos.* Guía de diseño. MINVU. Santiago (Chile).

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Variable en función del material superficial y del espesor de la capa de almacenamiento.

BANCO PRECIOS.

—

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Arizmendi Barnes, Luis Jesús. Arquitecto. "Instalaciones Urbanas. Infraestructura y Planeamiento". Tomos I, II y III. Librería Editorial Bellisco (MBH). Madrid, 1991.

WEBS.

Drenaje urbano sostenible: Enlace 1. Enlace 2. Enlace 3.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

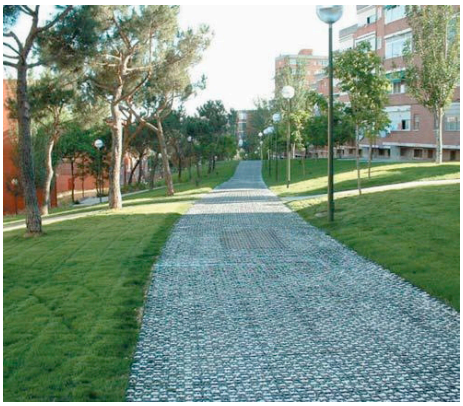




Fig.4. y 5. Parque de Gomeznarro (Madrid). Pavimento acabado y colocación.



Fig. 6. Aparcamiento experimental "Las Llamas" Santander. Fuente: Universidad de Cantabria

AP-04

POZOS DE INFILTRACIÓN

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

POZOS FILTRANTES

TÉRMINOS EN INGLÉS:

SOAKAWAYS

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

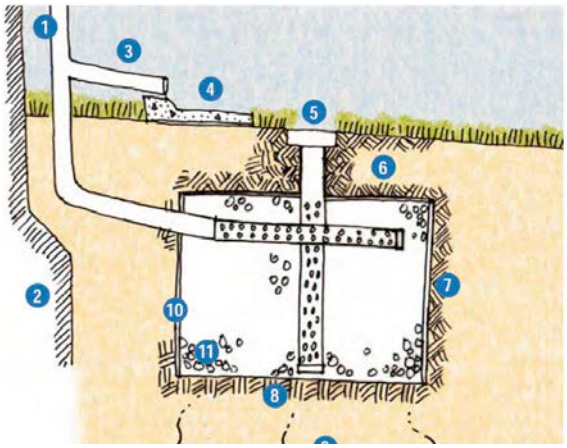
Los pozos de infiltración se conciben como sistemas subterráneos puntuales, donde se vierte la escorrentía procedente de las superficies impermeables contiguas, almacenando el agua mientras se infiltra en el terreno natural. Generalmente prescinden de vegetación y favorecen la sedimentación de las partículas y contaminantes arrastrados por el agua, permitiendo una disminución significativa de la escorrentía que llega a la red.

Son pozos poco profundos (de 1 a 3 metros) y de planta cuadrada o circular, rellenos de material drenante (granular o sintético). Se suelen emplear geotextiles de filtro y separación para envolver el material granular y desagües de emergencia para, en el supuesto de que se supere la capacidad de depósito de diseño, poder enviar el agua sobrante a la red de alcantarillado.

Forma de funcionamiento:

Son adecuados para tratar o gestionar la escorrentía sobre todo a pequeña escala, pero también de manera auxiliar, en combinación con zanjas de infiltración o estanques de retención, en zonas de mayor tamaño. Es uno de los dispositivos de drenaje sostenible más utilizados, siendo muy adecuados en zonas residenciales. No obstante, no se aconseja su uso en suelos poco permeables ni donde la infiltración pueda comprometer la estabilidad de algún elemento. Se recomienda, en este sentido, que la distancia desde la base del pozo al nivel freático sea mayor de 1m, para asegurar la capacidad de exfiltración al terreno. Es importante garantizar que el agua que es dirigida hacia los pozos no está contaminada, ya que existe un alto riesgo de contaminación de las aguas subterráneas al no existir elementos de filtración previos.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



1. Bajante de cubierta / 2. Cimentación del edificio, a la distancia adecuada / 3. Aliviadero / 4. Bloque de disipación / 5. Tubo de inspección visual / 6. Capa de suelo de cobertura (30 cm) / 7. Profundidad (1-3 m) / 8. Anchura (60-150 cm) / 9. Suelo con capacidad de infiltración > 12mm/hora / 10. Lámina geotextil o pared / 11. Relleno grava gruesa o elemento celular.

Fig. 1. Componentes de un pozo de infiltración. Fuente: SFPUC, 2009

CLASIFICACIÓN:

RELLENO GRANULAR

La infiltración se produce al pasar el agua a través de una capa de áridos gruesos (pétreos o de materiales plásticos) con una porosidad mínima del 30%.



Fig. 2. Pozo de infiltración con relleno granular.

MÓDULOS GEOCELULARES

El volumen de almacenamiento se genera gracias a estructuras prefabricadas modulares huecas.



Fig. 3. Pozo de infiltración con módulo geocelular.

CON CÁMARA

En este caso el pozo cuenta con una cámara de obra donde el agua se almacena mientras se infiltra a través del fondo, cubierto de material granular.



Fig. 4. Pozo de infiltración con cámara.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

Este tipo de dispositivos suelen diseñarse para ser capaces de gestionar íntegramente la escorrentía generada por la tormenta de diseño, debiendo ser capaces de evacuar la mitad de su capacidad en un periodo de no más de 24 horas, de manera que se asegure una capacidad disponible en caso de nuevos episodios de lluvias.

Su dimensionado dependerá principalmente de la capacidad de infiltración del suelo, así como de la intensidad de la lluvia de proyecto y de la superficie a drenar.

CONSTRUCCIÓN.

Se recomienda evitar todo aporte de tierra hacia el pozo durante la construcción con el fin de limitar la colmatación en superficie o en profundidad. Para ello se procurará poner en servicio el pozo dentro de las últimas etapas de la construcción de la obra si forma parte de programa de obras de mayor envergadura.

Se debe verificar la porosidad eficaz del material antes de comenzar el relleno, con el fin de evitar una reducción del volumen de almacenamiento. Para el relleno se requieren materiales limpios y en lo posible previamente lavados.

Se debe comprobar el correcto recubrimiento de las paredes y fondo del pozo con los filtros geotextiles, evitando los desgarros del material debidos a enganches y la presencia de finos que provoquen una colmatación prematura de éste.

MANTENIMIENTO.

Hay que inspeccionarlos y limpiarlos periódicamente para revisar posibles obstrucciones y asegurar un adecuado funcionamiento hidráulico.

Será necesaria la limpieza periódica de las superficies drenadas por los pozos para prevenir la colmatación de éstos. También se eliminará toda vegetación no deseada que pueda cubrir el pozo, teniendo especial cuidado con la penetración de raíces que puedan comprometer su funcionamiento. Se realizará una limpieza periódica de los materiales filtrantes, así como la retirada de sedimentos. Si fuera necesario remover material que produce colmatación, se limpiará o aspirará el fondo del pozo.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Para calcular el caudal total habrá que tener en cuenta la intensidad y duración de la lluvia de proyecto, así como todas las superficies que drenarán a través del pozo. La profundidad del pozo, a partir de una superficie dada, puede calcularse por el procedimiento descrito en la guía (Apartado 5.3. Aguas Pluviales, procedimiento de diseño de SUDS), según CIRIA (156, 1996).

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

AA.VV. "Guía para la Redacción de Proyectos de Urbanización". Tomos I y II. C.S.C.A.E. (Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España).

CIRIA. 1996. *Infiltration drainage – Manual of good practice*. Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.

Hydrópolis (ver ficha SAD-11).

COSTES:

COSTE UNITARIO.

— Pozo con relleno granular: 30 euros / m3

— Pozo filtrante de 2 m de diámetro interior y 5 m de profundidad libre por debajo del colector de acometida, formado por: capa de grava de 40 cm de espesor, anillo de hormigón HA-20, de 25 cm, muro de 1 pie de l/h doble colocado a tizón y muro de 1 pie de ladrillo perforado enfoscado y bruñido, losa de hormigón armado HA-25, tapa y cerco de hierro fundido y patés de acero galvanizado, incluso excavación y relleno. Medida la cantidad ejecutada.....1675,79 euros / udad.

BANCO PRECIOS.

Base de costes de la construcción de Andalucía. 2014.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Fernández, B. et al. 1996. *Técnicas alternativas para soluciones de aguas de lluvias en sectores urbanos. Guía de diseño.* MINVU. Santiago (Chile).

CIRIA (1996). Infiltration drainage – Manual of good practice. Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.

Revitt D.M., Ellis J.B., and Scholes L. (2003). Report 5.1. Review of the use of stormwater BMPs in Europe. DayWater Project. Middlesex University.

Urbonas B., Stahre P. (1993). Stormwater management practices and detention for water quality, drainage and CSO management. PTR Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, USA.

San Francisco Public Utilities Comission.2009. Storm Water Design Guide Lines. San Francisco. Enlace

WEBS.

- Drenajeurbanosostenible.org. Pozos y zanjas de infiltración. Enlace.

- Hydrópolis. Enlace.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Fig. 5. Pozo de infiltración en patio de vivienda. Fuente: Reep Green Solutions.

AP-05

ZANJAS DE INFILTRACIÓN

ÁMBITO:

SISTEMAS DE FILTRACIÓN E INFILTRACIÓN

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

TRINCHERAS

TÉRMINOS EN INGLÉS:

INFILTRATION TRENCHES

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

Se conciben como estructuras de infiltración similares a los pozos, pero con una configuración lineal, donde se vierte la escorrentía procedente de las superficies impermeables contiguas, almacenando el agua mientras se infiltra en el terreno natural. Generalmente prescinden de vegetación y favorecen la sedimentación de las partículas y contaminantes arrastrados por el agua, permitiendo una disminución significativa de la escorrentía que llega a la red.

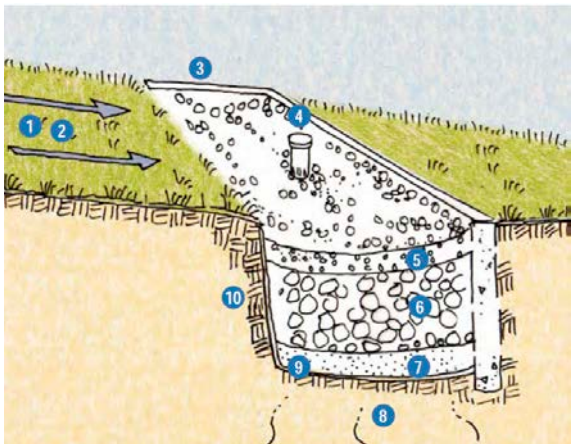
Se configuran como zanjas poco profundas (de 1 a 3 metros) rellenas de material drenante (granular o sintético). Se suelen emplear geotextiles de filtro y separación para envolver el material granular y desagües de emergencia para, en el supuesto de que se supere la capacidad de depósito de diseño, poder enviar el agua sobrante a la red de alcantarillado.

Forma de funcionamiento:

Normalmente, las zanjas de infiltración recogen el flujo transversal de agua que recorre las superficies impermeables adyacentes, aunque también cabe la posibilidad de combinarlo con elementos permeables como cunetas vegetadas o franjas filtrantes, donde se produce una eliminación de contaminantes en presencia de vegetación. Estos sistemas no actúan únicamente a través de la infiltración que tiene lugar en el seno de las zanjas, sino que también pueden cumplir la función de transporte (dirigiendo el agua hacia otros sistemas de SuDS) y almacenamiento temporal.

En determinadas ocasiones las zanjas de infiltración pueden llegar a sustituir a los sistemas de colectores de agua de lluvia convencionales, pudiendo llegar a evitar la necesidad de incorporar sumideros y bordillos junto a los viales. Es recomendable su uso en áreas residenciales, donde el agua lluvia tiene una baja concentración de sedimentos y de grasas.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



1. Pretratamiento para la eliminación de sedimentos / 2. Flujo superficial / 3. Anchura / 4. Tubo de inspección / 5. Superficie de grava fina / 6. Gravas gruesas (>35% porosidad) / 7. Filtro de arena (e=15 cm) / 8. Terreno con capacidad de infiltración (> 12 mm/hr) / 9. Lámina geotextil / 10. Profundidad (1 – 2,5 m)

Fig.1. Componentes del sistema de almacenamiento de pluviales. Fuente: SFPUC, 2009.

CLASIFICACIÓN:

ZANJAS CON RELLENO GRANULAR

Reciben la escorrentía a través de tuberías o canales.

ZANJAS CON RELLENO GEOCELULAR

Reciben el agua directamente del área de recogida.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

Suelen ubicarse adyacentes a las zonas impermeables cuya escorrentía han de absorber, estando su longitud habitualmente condicionada por este trazado. El ancho es más variable y puede ser elegido más libremente, y la profundidad depende de la naturaleza del terreno. En este sentido, no han de utilizarse estos elementos en suelos poco permeables como limos o arcillas que provoquen la colmatación. Se recomienda una capacidad de infiltración mayor a 12 mm/hora, y una profundidad del nivel freático de más de 1,2 m bajo el fondo de la zanja.

La pendiente del terreno no debe ser muy alta, en concreto <5% para recoger el máximo volumen posible. Debe mantenerse una distancia de seguridad de las cimentaciones de edificios cercanos, en función del tipo de terreno. Se recomienda una distancia mínima de 3 m.

Si el agua procede de elementos puntuales, se puede disponer una tubería superficial de distribución del agua en toda la longitud de la zanja.

DISEÑO.

Se recomienda evitar todo aporte de tierra hacia la zanja durante la construcción con el fin de limitar la colmatación en superficie o en profundidad. Para ello se procurará poner en servicio la zanja dentro de las últimas etapas de la construcción de la obra si forma parte de un programa de obras de mayor envergadura.

Se debe verificar la porosidad eficaz del material antes de comenzar el relleno, con el fin de

evitar una reducción del volumen de almacenamiento. Para el relleno se requieren materiales limpios y en lo posible previamente lavados.

Se debe comprobar el correcto recubrimiento de las paredes y fondo de la zanja con los filtros geotextiles, evitando los desgarros del material debidos a enganches y la presencia de finos que provoquen una colmatación prematura.

MANTENIMIENTO.

Hay que inspeccionarlos y limpiarlos periódicamente para revisar posibles obstrucciones y asegurar un adecuado funcionamiento hidráulico.

Será necesaria la limpieza periódica de las superficies drenadas por las zanjas para prevenir la colmatación de éstas. También se eliminará toda vegetación no deseada que pueda cubrir la zanja, teniendo especial cuidado con la penetración de raíces que puedan comprometer su funcionamiento.

Se realizará una limpieza periódica de los materiales filtrantes, así como la retirada de sedimentos. Puede ser necesario en ocasiones reemplazar el material de relleno de las capas superiores.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Para calcular el caudal total habrá que tener en cuenta la intensidad y duración de la lluvia de proyecto, así como todas las superficies que drenarán a través del pozo.

La profundidad de la zanja, a partir de una superficie dada, puede calcularse por el procedimiento descrito en la guía (Apartado 5.3. Aguas Pluviales, procedimiento de diseño de SUDS), según CIRIA (156, 1996).

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

AA.VV. “Guía para la Redacción de Proyectos de Urbanización”. Tomos I y II. C.S.C.A.E. (Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España).

CIRIA. 1996. *Infiltration drainage – Manual of good practice*. Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.

Hydrópolis (ver ficha SAD-11).

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Zanja filtrante con relleno granular: 30 euros / m3

BANCO PRECIOS.

Elaboración propia a partir de la Base de costes de la construcción de Andalucía. 2014.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Fernández, B. et al. 1996. *Técnicas alternativas para soluciones de aguas de lluvias en sectores urbanos. Guía de diseño*. MINVU. Santiago (Chile).

California Stormwater Quality Association (2003). *California Stormwater BMP Handbook: New development and redevelopment*. TC-10.

CIRIA (1996). *Infiltration drainage – Manual of good practice.* Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.

San Francisco Public Utilities Comission.2009. *Storm Water Design Guide Lines.* San Francisco. Enlace http://www.sfwater.org/index.aspx?page=446

United States Environmental Protection Agency. 1999. *Stormwater Technology Factsheet: Infiltration trench*. EPA 832-F-99-019, US EPA, Office of Water, Washington DC.

WEBS.

- Drenajeurbanosostenible.org. Pozos y zanjas de infiltración. Enlace.
- Hydrópolis. Enlace.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Fig.2. Zanja de infiltración (Gales) Fuente: sudswales.com



Fig. 3. Zanja de infiltración en Lago Oswego (Oregón, EEUU). Fuente: R. Pitt 2005.

AP-06

DRENES FILTRANTES

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

DRENES FRANCESES, CANAL DRENANTE

TÉRMINOS EN INGLÉS:

RAINWATER HARVESTING WATER CATCHMENT SYSTEMS

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

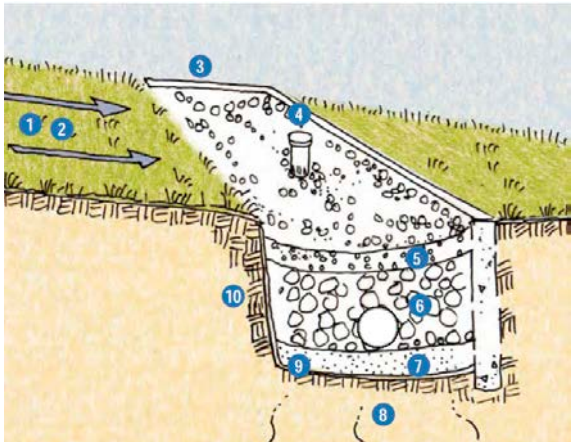
Definición y Composición:

Son zanjas poco profundas recubiertas de geotextil y rellenas de material filtrante (granular o sintético), donde no está presente la vegetación, concebidas para captar la escorrentía de superficies impermeables contiguas con el fin de transportarlas aguas abajo, permitiendo así la filtración y laminación de estos volúmenes de escorrentía. Son similares en su composición a las zanjas de infiltración, con la diferencia de su efectividad en la función del transporte, siendo habitual que incorporen una tubería de drenaje para facilitar esta función. Son habituales en terrenos con capacidad de infiltración baja o donde existe peligro de contaminación de aguas subterráneas.

Forma de funcionamiento:

El agua recogida en estas zanjas es pasada a través del material filtrante hasta que alcanza la zona más baja, donde fluirá hacia un nuevo destino la parte que no se infiltre al terreno. El tiempo de estancia del agua en el dren debe ser suficientemente alto y la velocidad del agua suficientemente lenta para permitir la función drenante y de laminación del flujo. En algunos drenes no es necesario dirigir el agua hasta el punto de vertido, pues al cabo de una cierta longitud se ha infiltrado totalmente. Es muy su uso como drenaje de carreteras.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



1. Sistema de pre-tratamiento / 2. Flujo superficial desde franja filtrante / 3. Ancho / 4. Abertura de inspección visual / 5. Gravas finas / 6. Gravas gruesas y tubería perforada / 7. Filtro de arena / 8. Lámina geotextil

Fig. 1.Componentes de un dren filtrante Fuente: Aquaval, 2013.

CLASIFICACIÓN:

SIN TUBO DRENANTE

Aquellas que utilizan el propio material de relleno como elemento de transporte.



Fig. 2. Dren filtrante sin tubo Fuente: ecoproyecta.es

RELLENO GRANULAR CON TUBO DRENANTE

Recogen las aguas a través de los orificios del dren o tubo drenante y el transporte de las mismas se produce por su interior por gravedad.



Fig. 3. Drenaje con tubo. Zona Franca (Uruguay). Fuente: concret-nor.com

RELLENO GEOCELULAR

El elemento de relleno y transporte está compuesto por células de material plástico resistente.

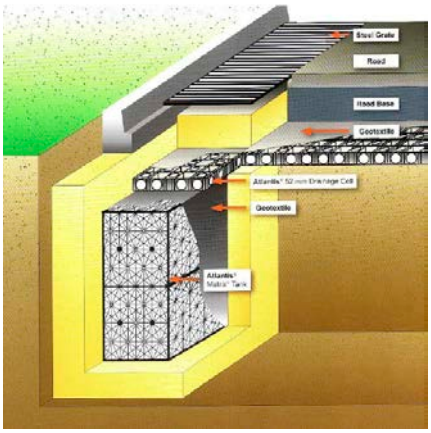


Fig. 4. Canal drenante con relleno geocelular. Fuente: Atlantis.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

Para un adecuado diseño de estos sistemas es importante considerar que debe haber un equilibrio entre la función de transporte y la de laminación del flujo. El tamaño de árido será aquel que garantice el la evacuación del agua pero que ralentice su trasnporte hacia otros SuDS. Esta función de laminación puede controlarse con la capacidad del tubo-dren.

Para evitar la entrada de finos del terreno hacia el material drenante, la zanja suele recubrirse de un geotextil previamente a su relleno con dicho material drenante. También es recomendable colocar un geotextil horizontalmente cerca de la superficie (a unos 20 cm) antes de rellenar la zanja, de modo que se proteja la parte inferior de la misma y se faciliten las tareas de mantenimiento. (Aquaval, 2013).

En la parte inferior de la zanja puede colocarse material geocelular en sustitución de la grava de modo que para un mismo volumen de excavación se aumenta el almacenamiento y se favorece la capacidad de transporte.

CONSTRUCCIÓN.

Se recomienda evitar todo aporte de tierra hacia la zanja durante la construcción con el fin de limitar la colmatación en superficie o en profundidad. Para ello se procurará poner en servicio el drenaje dentro de las últimas etapas de la construcción de la obra si forma parte de un programa de obras de mayor envergadura.

Se debe verificar la porosidad eficaz del material antes de comenzar el relleno, con el fin de evitar una reducción del volumen de almacenamiento. Para el relleno se requieren materiales limpios y en lo posible previamente lavados.

Se debe comprobar el correcto recubrimiento de las paredes y fondo de la zanja con los filtros geotextiles, evitando los desgarros del material debidos a enganches y la presencia de finos que provoquen una colmatación prematura.

MANTENIMIENTO.

Hay que inspeccionarlos y limpiarlos periódicamente para revisar posibles obstrucciones y asegurar un adecuado funcionamiento hidráulico.

Será necesaria la limpieza periódica de las superficies drenadas por los drenes para prevenir la colmatación de éstos. También se eliminará toda vegetación no deseada que pueda cubrirlos, teniendo especial cuidado con la penetración de raíces que puedan comprometer su funcionamiento.

Se realizará una limpieza periódica de los materiales filtrantes y del tubo de drenaje (si lo hubiere), así como la retirada de sedimentos.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Predimensionado Para calcular el caudal total habrá que tener en cuenta la intensidad y duración de la lluvia de proyecto, así como todas las superficies que drenarán a través del pozo. La profundidad de la zanja, a partir de una superficie dada, puede calcularse por el procedimiento descrito en la guía (Apartado 5.3. Aguas Pluviales, procedimiento de diseño de SUDS), según CIRIA (156, 1996). En los sistemas geocelulares, se seguirán las instrucciones del fabricante.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

AA.VV. “Guía para la Redacción de Proyectos de Urbanización”. Tomos I y II. C.S.C.A.E. (Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España).

CIRIA. 1996. Infiltration drainage – Manual of good practice. Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.

Hydrópolis (ver ficha SAD-11).

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Zanja filtrante con relleno granular: 40 euros/m^3.

BANCO PRECIOS.

Elaboración propia a partir de la Base de costes de la construcción de Andalucía. 2014.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Aquaval. 2013. *Revisión del Estado del Arte de los Sistemas de Drenaje Sostenible (SUDS)*.

Fernández, B. et al. 1996. *Técnicas alternativas para soluciones de aguas de lluvias en sectores urbanos. Guía de diseño*. MINVU. Santiago (Chile).

CIRIA (1996). *Infiltration drainage – Manual of good practice*. Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.

WEBS.

drenajesostenible.com - Enlace.

Drenajeurbanosostenible.org - Enlace.

AP-07

FRANJAS FILTRANTES

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

FRANJAS DE FILTRACIÓN

TÉRMINOS EN INGLÉS:

FILTER STRIPS

VEGETATED BUFFER STRIPS

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Las franjas filtrantes son franjas de suelo cubiertas de vegetación, anchas y con poca pendiente, emplazadas entre una superficie dura e impermeable y el medio receptor de la escorrentía (curso de agua o sistema de captación, tratamiento, y/o evacuación o infiltración). En muy efectiva como tratamiento previo del agua antes de pasar a otra técnica de SUDS, favoreciendo la sedimentación de las partículas y contaminantes arrastrados por el agua, así como la infiltración del agua y la disminución de la escorrentía.

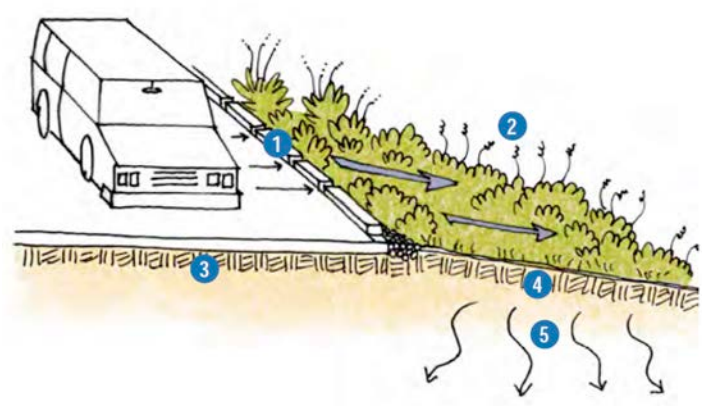
Pueden acoger cualquier forma de vegetación natural, desde un prado hasta un pequeño bosque, incluso tener repartidas dentro de ellas arbustos y árboles que absorben nutrientes y dan sombra. En climas semiáridos es fundamental que las especies estén bien adaptadas, pues se necesita mantener una cobertura densa y saludable.

Forma de funcionamiento:

Las franjas filtrantes están diseñadas para hacer escurrir el agua en forma de flujo superficial como lámina continua, desde un extremo del plano hacia el extremo más bajo y no de manera concentrada como ocurre con las canalizaciones (zanjas, soleras, canaletas, etc.). Siempre que se produzca un flujo concentrado, este debe ser distribuido uniformemente a lo ancho de la franja filtrante mediante una franja de pavimento poroso u otra estructura que asegure un flujo en forma de lámina.

Los flujos pueden ser aplicados a las franjas filtrantes directamente desde superficies impermeables, como estacionamientos, calles, pasajes y veredas o techos de edificios, distribuyendo el caudal uniformemente mediante algún elemento ubicado en el extremo más alto del plano.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



1. Bordillos discontinuos que permiten el paso del agua. / 2. Vegetación densa con pendiente inferior al 10% / 3. Ancho de pavimento (máximo 20 m). / 4. Ancho de la franja (mínimo 5 m). / 5. Infiltración donde sea posible.

Figura 1. Componentes de una franja filtrante (SFPUC, 2009)

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

En general las franjas filtrantes son elementos complementarios de una estrategia más ambiciosa, de manera que su diseño se decide en un contexto más amplio. Será necesario conocer la disponibilidad de espacio, la existencia de elementos de la red de drenaje natural del sector, así como los demás elementos que forman parte de la estrategia de desconexión de áreas impermeables a la red.

El criterio básico del diseño de las franjas filtrantes será mantener un flujo uniforme de pequeña altura sobre toda la superficie, homogéneamente distribuido. Para ello puede resultar conveniente implementar elementos de distribución, especialmente necesarios cuando el agua proviene de flujos concentrados. Si bien no necesariamente se diseñan para infiltrar una cantidad específica o el total del agua que reciben, es conveniente conocer la capacidad de infiltración del suelo, de manera que se pueda estimar el volumen de agua que drena hacia los elementos de aguas abajo. La superficie de las franjas filtrantes debe estar completamente cubierta de vegetación para que resulten efectivas. Hay que tener en cuenta el tipo de vegetación a plantar para que se adapte lo mejor posible a las características del clima del lugar.

También es importante que las pendientes en la parte superior e inferior de la franja sean casi nulas, de manera que se evite la posible erosión que causaría una velocidad del flujo demasiado elevada. En todo caso, la pendiente recomendada para este tipo de sistemas se sitúa en valores de entre el 2% y el 6%, pudiendo ocasionalmente alcanzar pendientes extraordinarias de hasta un 15%.

CONSTRUCCIÓN.

Las franjas filtrantes no demandan una técnica particular debido a que se trata de jardines de dimensiones modestas, pero es esencial tener precaución para evitar colmatación en la fase de construcción. Una vez iniciada la obra, es importante limitar los aportes de finos hacia la franja. Es necesario evitar el tránsito de vehículos y maquinaria que produzcan una compactación excesiva del terreno de la franja.

MANTENIMIENTO.

— Inspeccionar periódicamente las franjas y limpiarlas adecuadamente.

— Hay que reparar las zonas erosionadas y/o dañadas, evitando que se produzcan flujos preferentes o cárcavas.

— Se deberán llevar a cabo las labores de mantenimiento propias de áreas vegetadas (riego, poda, etc.), especialmente en el proceso inicial de arraigo de la vegetación.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Se sugiere que la carga hidráulica sea menor a 4,5 l/s por metro lineal, de manera que la altura de la lámina no supere los 2,5 cm. De este modo, el ancho de la franja será:

B = Q / 4,5 , siendo Q (l/s) el volumen total aportante por la superficie impermeable para la lluvia de proyecto.

La longitud en el sentido del escurrimiento debe ser mayor que:

L > 2,5 m

$L > 0.2\ L_{imp}$

Siendo L_{imp} la longitud del recorrido del agua sobre la superficie impermeable antes de ingresar en la franja.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Fernández, B. et al. 1996. *Técnicas alternativas para soluciones de aguas de lluvias en sectores urbanos. Guía de diseño.* MINVU. Santiago (Chile).

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Alrededor de 35 euros/m^3.

BANCO PRECIOS.

Elaboración propia a partir de la Base de costes de la construcción de Andalucía. 2014.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Fernández, B. et al. 1996. *Técnicas alternativas para soluciones de aguas de lluvias en sectores urbanos. Guía de diseño*. MINVU. Santiago (Chile).

Aquaval. 2013. *Revisión del Estado del Arte de los Sistemas de Drenaje Sostenible (SUDS).*

San Francisco Public Utilities Comission.2009. *Storm Water Design Guide Lines.* San Francisco. Enlace.

WEBS.

Drenajeurbanosostenible.org - Enlace.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Fuente: Susdrain.



Fuente: iswm.nctcog.org



Fuente: drenajeurbanosostenible.org

AP-08

CUNETAS VERDES

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

CUNETAS VEGETADAS, CANALES VEGETADOS, CANALES VERDES O CANALES BIOLÓGICOS

TÉRMINOS EN INGLÉS:

SWALES, BIOSWALES

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

Las cunetas verdes son estructuras lineales en forma de canales abiertos, poco profundos, densamente vegetados , de base ancha (> 0,5 m) y taludes con poca pendiente (< 1V:3H).

Este sistema tiene ventajas significativas por su excelente relación costo-capacidad, además de presentar oportunidades de usos múltiples como recreación, aportes estéticos y al paisaje, mantención de condiciones naturales y un cierto volumen de regulación para crecidas importantes, aunque se deben considerar las necesidades espaciales y costes de mantenimiento.

En general cuanto más se parezca un canal artificial a uno natural, mejor será el canal artificial. En muchas zonas que están por urbanizarse los cauces naturales son tan pequeños que no se aprecian a simple vista. Sin embargo, prácticamente siempre existe la posibilidad de seguir la trayectoria que tendría el flujo en condiciones naturales, lo que puede ser una buena guía para la ubicación de canales de drenaje

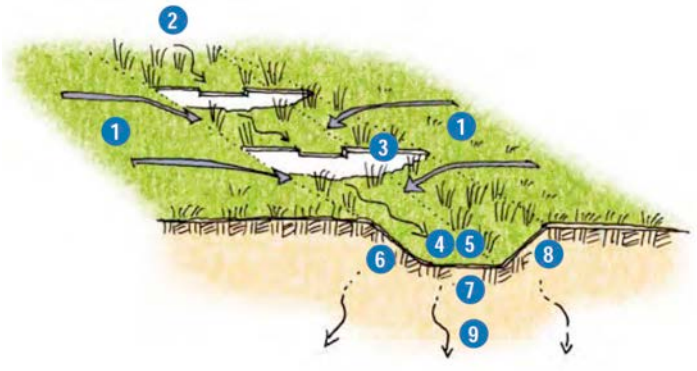
Forma de funcionamiento:

Estos sistemas de drenaje están diseñados para capturar, laminar, transportar y tratar superficialmente la escorrentía. Tienen una suave inclinación que permite a la escorrentía ser filtrada por la vegetación plantada en el fondo y los laterales del canal. Adicionalmente pueden permitir la infiltración a capas inferiores, excepto si se encuentran sobre zonas de protección de aguas subterráneas, caso en el que se pueden sellar en su zona inferior, de manera que la cuneta vegetada mantenga todas sus ventajas hidráulicas, evitando la infiltración.

Se recomiendan para la gestión de la escorrentía en zonas residenciales de no muy alta densidad donde las aguas no arrastren una carga contaminante importante. También funciona bien en zonas comerciales/industriales con esas mismas características.

Se pueden establecer sustituyendo a las cunetas convencionales en carreteras.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



1. Escorrentía de tormenta. / 2. Máxima 5% de pendiente en el canal. / 3. Presas intermedias recomendadas para una pendiente mayor al 5% / 4. Recubrimiento recomendado: hierba de altura unos 15 cm. / 5. Altura del agua aproximadamente 2/3 de la hierba. / 6. Forma trapezoidal del canal. / 7. Ancho máximo recomendado del canal 3 m / 8. Pendiente lateral máxima 3:1 (H:V) / 9. Infiltración cuando sea posible.

Fig. 1. Componentes de una cuneta verde (SFPUC, 2009)

CLASIFICACIÓN:

ESTÁNDAR

Canales recubiertos de césped que se usan para transportar el agua de escorrentía. Son similares a las zanjas drenantes convencionales pero con lados anchos y planos que ofrece un área mayor para reducir la velocidad de la escorrentía. Pueden usarse como tratamiento preliminar de las aguas pluviales hasta que fluyen hacia otro sistema de gestión de las aguas de lluvia.

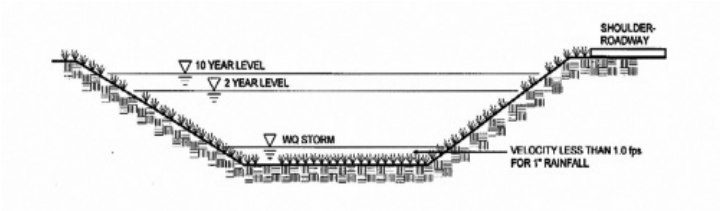


Fig. 2. Cuneta estándar. (stormwatercenter.net)

VEGETADA SECA

A este tipo de cunetas se les dota de drenes adicionales o material drenante en la solera, de forma que se consigue que la capacidad de transporte aumente considerablemente, además de mantener la superficie seca las mayor parte del tiempo. Incluyen una gruesa capa de terreno sobre una estructura filtrante muy permeable alineada con el canal con una tubería perforada en su interior siempre en la zona más baja o fondo.

Son una buena estrategia en áreas residenciales desde el punto de vista de la seguridad y el uso. Pueden ser fácilmente colocadas a lo largo de carreteras o como límite entre propiedades.

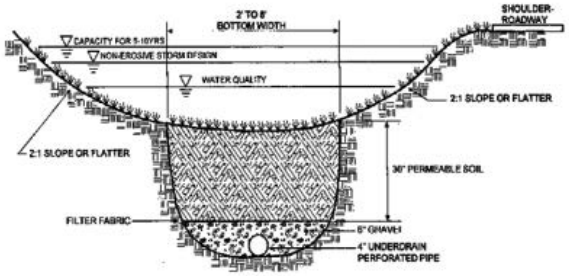


Fig. 3. Cuneta vegetada seca. (stormwatercenter.net)

VEGETADAS HÚMEDAS

Retienen el agua de forma permanente y, para ello, se ejecutan en lugares que tienen el nivel freático elevado o con el suelo impermeable.

Son canales que se asemejan en su funcionamiento esencialmente a humedales con forma lineal, diseñados para almacenar agua de manera temporal superficialmente. Al no tener una cama de terreno filtrante abajo, permite el lento sedimento de las partículas, la infiltración de agua y la descontaminación biológica de los contaminantes.

La vegetación puede ser plantada a propósito o se puede permitir la población de manera natural.

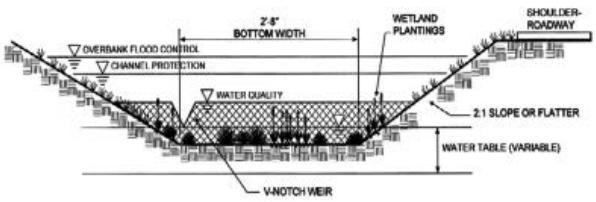


Fig. 4. Cuneta vegetada húmeda (stormwatercenter.net)

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

Si están sobre zonas de protección de aguas subterráneas, se pueden sellar en su zona inferior, de manera que la cuneta vegetada mantenga todas sus ventajas hidráulicas, evitando la infiltración.

Su extensión en planta ha de ser entre un 10% y un 20% del área total a drenar, que ha de ser inferior a 2 hectáreas.

En el diseño de la pendiente longitudinal de la cuneta, se tendrá que estudiar el flujo para que no supere velocidades de 1-2 m/s, dependiendo del suelo, para los episodios de lluvia intensa. De este modo se permite la sedimentación de las partículas en suspensión y que no aparezcan problemas de erosión. Suelen ser apropiadas pendientes en torno al 2%. Si hay que aumentar la retención, se pueden construir pequeños azudes que aseguren un tiempo de retención mayor, ayudando a laminar las puntas en el flujo.

El ancho del fondo puede oscilar entre 0.5 metros y 3 metros aproximadamente, de manera que el mínimo asegure que las labores de mantenimiento con cortacésped se pueden llevar a cabo sin problemas, y el máximo sirva para evitar que se formen canales definidos en el propio fondo de la cuneta. Asimismo, habrá que comprobar que el ancho es suficiente para que los eventos más frecuentes de lluvia, no se supere la altura de la vegetación, que se establece en torno a 15 cm como máximo.

CONSTRUCCIÓN.

En caso de canales en cauces existentes es necesario desviar el flujo temporalmente, evitando que inunde las faenas. Debe ponerse especial cuidado en reproducir las dimensiones de la sección transversal y longitudinal de los planos del proyecto.

Las excavaciones serán las estrictas para lograr la sección transversal de proyecto, con los taludes especificados. Los materiales que se obtengan de esta excavación podrán emplearse en terraplenes de la misma obra, siempre que tengan un porcentaje de finos superior al 12%, prefiriéndose los materiales arcillosos y limosos.

Se debe evitar la excesiva compactación del suelo, para ello los equipos de excavación han de operar desde uno de los laterales de la cuneta y nunca hacerlo desde su interior. La vegetación a implantar debe consistir de una densa y variada selección de plantas tolerantes al agua almacenada y de rápido crecimiento.

MANTENIMIENTO.

Hay que inspeccionarlas y limpiarlos periódicamente y necesitan el cuidado de la vegetación presente. Son necesarios:

— La eliminación de residuos y cualquier elemento que obstruya la circulación del agua.
— Cortar periódicamente la hierba y eliminar los restos.
— Limpiar las entradas a las alcantarillas de desechos y sedimentos.
— Reparar las áreas erosionadas o dañadas.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

La velocidad media del escurrimiento (V) puede estimarse con la ecuación de Manning:

$$V = \frac{R^{2/3} I^{1/2}}{n}$$

Siendo n el coeficiente de rugosidad del lecho, y R el radio hidráulico de la sección, calculable como: R= A/P, donde A es el área de la sección transversal y P el perímetro mojado.

Los coeficientes de rugosidad empleados variarán en función de la vegetación presente en la cuneta, aunque los valores típicos están en torno al 0,05, pueden cambiar bastante. Cuando el flujo de agua sea tal que circule en su totalidad por debajo de la altura de la vegetación, los valores oscilarán entre 0,15 y 0,2; pero para caudales mayores, se pueden suponer “n” mucho menores, como de 0,03. Esta velocidad deberá mantenerse entre 1-2 m/s. El dimensionado de las cunetas vegetadas húmedas se puede realizar asemejándolas a humedales artificiales.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Fernández, B. et al. 1996. *Técnicas alternativas para soluciones de aguas de lluvias en sectores urbanos. Guía de diseño*. MINVU. Santiago (Chile).

CIRIA (1996). *Infiltration drainage – Manual of good practice*. Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.

HYDRÓPOLIS (Ver ficha SAD-09). Enlace.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

El coste de las cunetas verdes variará en función de la tipología y la forma y dimensiones de la cuneta, el movimiento de tierras, etc.

Como estimación, el coste variará entre los 40-80 euros/m lineal.

BANCO PRECIOS.

Base de costes de la construcción de Andalucía.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Alis Know, A. y Grondzik, W. 2011.*The green studio handbook. Environmental strategies for schematic design.* Second Edition. Edit. Elsevier Inc.

AA.VV. "Guía para la Redacción de Proyectos de Urbanización". Tomos I y II. C.S.C.A.E. (Consejo Superior de Colegios de Arquitectos de España).

Arizmendi Barnes, Luis Jesús. Arquitecto. "Instalaciones Urbanas. Infraestructura y Planeamiento". Tomos I, II y III. Librería Editorial Bellisco (MBH). Madrid, 1991.

California Stormwater Quality Association (2003). California Stormwater BMP Handbook: New development and redevelopment. TC-30.

United States Environmental Protection Agency (1999). Stormwater Technology Factsheet: Vegetated swales. EPA 832-F-99-006, US EPA, Office of Water, Washington DC.

Walsh P.M., Barrett M.E., Malina J.F., and Charb eneau R.J. (1997). Use of vegetative controls for treatment of highway runoff. Centre of Engineering Research in Water Resources, Bureau of Engineering Research, University of Texas at Austin.

WEBS.

www.drenajeurbanosostenible.org Enlace

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Fig. 5. Cuneta Verde. Fuente: Stormwater Maintenance and Consulting, LLC.



Fig. 6. Cuneta verde húmeda. South Pennsylvania (U.S.A.) Fuente: Anchorage Canal Retofit Project



Fig.7. Cuneta verde seca no tapizada con diferentes especies vegetales. Fuente: Seattle Public Utilities.

AP-09

JARDINES DE INFILTRACIÓN

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

JARDINES DE LLUVIA, ÁREAS DE BIORETENCIÓN

TÉRMINOS EN INGLÉS:

RAIN GARDENS' BIORETENTION AREAS

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Son superficies ajardinadas que pueden ubicarse en depresiones sobre suelo autóctono o en áreas delimitadas con suelo preparado específicamente. La versatilidad de sus diseños permite que se integren muy bien en aceras, viales, patios, áreas residenciales e incluso zonas de aparcamiento, mejorando el paisaje urbano sustancialmente.

Su objetivo principal es el tratamiento de la escorrentía antes de su vertido al medio, a través de un procesos de descontaminación biológica (bioremediacion). Estos elementos facilitan la infiltración del agua a través de un suelo muy permeable bajo una capa de mulch o filtro orgánico y, cuando es necesario, un dren colector. La eliminación de la contaminación se optimiza mediante la presencia de vegetación adecuada. Para el adecuado funcionamiento de estas técnicas se precisa de un sistema de pretratamiento, ya sea un imbornal, rejilla, o una franja filtrante perimetral.

En estos dispositivos se genera fenómenos de filtración, evapotranspiración, retención e infiltración. El tratamiento de depuración se produce mediante métodos que implican el uso de bacterias de suelo, hongos y plantas especialmente seleccionadas para eliminar determinados contaminantes presentes en las aguas de escorrentía. El alto rendimiento de esta técnica en la eliminación de contaminantes se debe a la variedad de mecanismos presentes:

— La franja filtrante reduce la velocidad de la escorrentía evitando la erosión en el sistema y permitiendo la deposición de las sustancias de mayor tamaño.

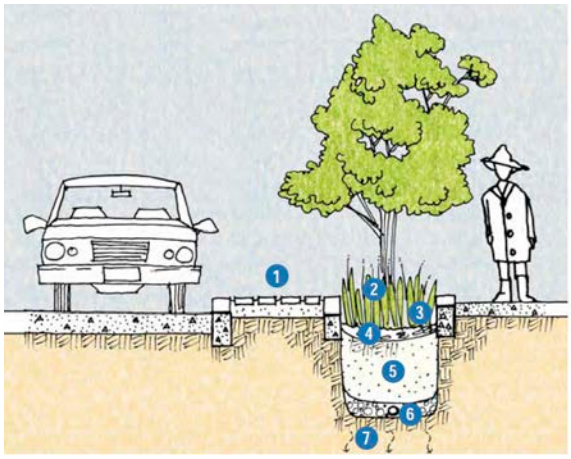
— En la zona de detención se facilita la infiltración, evaporación y la sedimentación de partículas.

— El mulch favorece el crecimiento de microorganismos que eliminan hidrocarburos y materia orgánica. Estos contaminantes también se eliminan en el suelo filtrante, además de hacerlo también los metales pesados y nutrientes.

— La vegetación favorece la remoción de contaminantes y la estabilización del suelo.

— Es aconsejable la colocación de un elemento de evacuación para aquellas ocasiones en que se sobrepase la pluviometría para la que ha sido diseñado.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



1. Bordillo adaptado para facilitar el paso de agua hacia la zona de biorretención. / 2. Vegetación resistente a la sequía y a la humedad (preferentemente autóctona). / 3. Zona en depresión para almacenamiento superficial de agua (profundidad 15-20 cm). / 4. Acolchado de jardín (mulching) (e = 5-7cm) / 5. Suelo preparado para bioretención (e=45-120cm) / 6. Dren perforado sobre cama de grava (donde sea necesario). / 7. Infiltración cuando sea posible.

Fig.1. Componentes de un jardín de infiltración. Fuente: SFPUC, 2009.

CLASIFICACIÓN:

JARDINES DE INFILTRACIÓN (O DE LLUVIA)

Cuando el suelo es adecuado, puede generarse una depresión dentro de una zona verde y rellenarla con suelo autóctono preparado, donde se ubica el sistema de depuración e infiltración.



Fig.2. Jardín de infiltración (Great Falls, USA). Fuente: Sisson Landscapes,

ÁREAS DE BIORETENCIÓN

Cuando el suelo no es adecuado, y se insertan dentro de áreas impermeables, se generan elementos ajardinados delimitados por bordillos.



Fig.3. Área de bioretención.

BIO-JARDINERAS

Elementos en altura a modo de grandes jardineras que cumplen la función de detención y depuración de aguas procedentes de cubiertas de edificios, con un sistema de drenaje para su evacuación.



Fig.4. Bio-jardinera. Colegio de Primaria Alvarado. Imagen: Mara Seiling a través de SFPUC, 2009.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

La tipología de jardín de infiltración de penderá del diseño urbano en su conjunto. Será determinante conocer también la capacidad de infiltración del suelo y el resto de sus condiciones hidrogeológicas, para definir, entre otras cosas, la necesidad de incorporar un dren inferior. La distancia a la capa freática debe der al menos de 0,6 m.

Para evitar perjudicar a las cimentaciones de los edificios, se mantendrá una distancia de

seguridad en función del tipo de terreno, que se recomienda de al menos 3m. Así mismo, se evitará ubicarlos en zonas con pendientes superiores al 5%, en cuyo caso sería necesario aterrazar estos dispositivos para evitar procesos de arrastre y erosión.

La entrada de agua debe diseñarse para evitar la erosión y la entrada de sólidos. La relación entre la superficie a drenar y la del área de bioretención se recomienda que no supere 5:1. La profundidad y porosidad del elemento debe permitir que el tiempo de encharcamiento no supere en ningún caso las 48 horas desde la precipitación, permitiendo así una filtración eficaz. Cualquier suelo con capacidad drenante suficiente podrá utilizarse para la bioretención, aunque siempre la cantidad de arcillas debe ser menor al 10%. Se recomienda un pH entre 5.5 y 6.5 par favorecer la actividad microbiana.

Se ubicará siempre un sistema de desbordamiento que facilite la evacuación de agua cuando exista exceso de escorrentía, ya sea a otro elemento de gestión de pluviales o a un colector vertical que la dirija a la red.

Las especies vegetales deben de ser resistentes a las inundaciones y sequías, así como a la polución que van a recibir, y preferiblemente autóctonas. Se recomienda el uso de especies de ribera como eneas, carrizos, lirios o papiros. Las plantas herbáceas ayudarán también a evitar procesos de erosión del acolchado. Debe además existir un criterio paisajístico para la elección de la vegetación.

MANTENIMIENTO.

Teniendo un gran componente paisajístico, las labores de poda, renovación de plantas y limpieza deberán tener una particular atención, especialmente en la fase de establecimiento. En función de las especies elegidas, deberán ser regadas al menos en esta fase y cuando haya largos periodos de sequía.

Los sistemas de pretratamiento deberán ser limpiados con cierta periodicidad. También habrá que asegurar la capacidad de infiltración de las capas superiores, así como la de evacuación de los drenes si estos existieran.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Se calculará la profundidad del elemento de infiltración, a partir de una superficie dada, en relación al caudal de escorrentía para el que se diseña.

Puede calcularse por el procedimiento descrito en la guía (Apartado 5.3. Aguas Pluviales, procedimiento de diseño de SUDS), según CIRIA (156, 1996).

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

CIRIA. 1996. *Infiltration drainage – Manual of good practice.* Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.

Hydrópolis (ver ficha SAD-11).

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Varía en función a la tipología, dimensiones y tipo de vegetación. Se estima entre 60-150 euros/m^3.

BANCO PRECIOS.

Elaboración propia.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Drenaje urbano sostenible. *Consideraciones en el diseño de áreas de bioretención.* Enlace.

Aquaval. 2013. *Revisión del Estado del Arte de los Sistemas de Drenaje Sostenible (SUDS)*. p 30-32.

San Francisco Public Utilities Comission.2009. *Storm Water Design Guide Lines.* San Francisco. Enlace.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Fig.5. Elemento para la salida del exceso de volumen por desbordamiento.

Fuente: Vermont Department of Environmental Conservation



Fig.6. Ribblesdale Road, Sherwood, Nottingham (EEUU).

Fuente: Susdrain.org

AP-10

DEPÓSITOS DE INFILTRACIÓN

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

ESTANQUES DE INFILTRACIÓN

TÉRMINOS EN INGLÉS:

INFILTRATION BASINS

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Se conciben como estructuras de infiltración de tipo volumétrico cuyo objetivo es la transformación de un flujo superficial en subterráneo, eliminando los contaminantes mediante filtración, adsorción y procesos químicos y biológicos. Además de tener capacidad de tratar la contaminación disuelta, también tienen capacidad para minimizar los efectos de la contaminación térmica sobre los medios receptores, puesto que la temperatura del agua se templa con el ambiente antes de ser vertida.

Definición y Composición:

Son depresiones en el terreno o embalses poco profundas, ubicados en terrenos permeables y cubiertos de vegetación, que se diseñan para almacenar temporalmente e infiltrar gradualmente la escorrentía de lluvia de superficies cercanas. También pueden construirse enterrados con el empleo de sistemas geocelulares. Dado que son elementos de infiltración, se debe tener la precaución de no contaminar los acuíferos subyacentes, especialmente cuando se utilizan para consumo humano o agricultura.

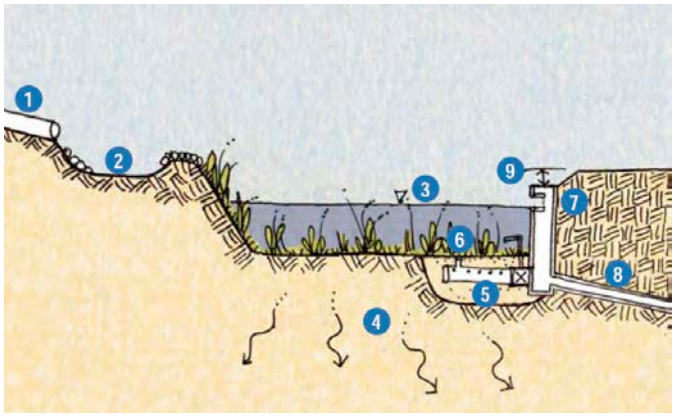
Habitualmente, el terreno ocupado por el estanque es empleado con otros fines entre los eventos lluviosos, o queda como un espacio abierto. Deben ser construidos en terrenos que tengan el nivel de agua subterránea profundo bajo el fondo del estanque (>1,2 m), para asegurar que el agua filtre a través del suelo antes de alcanzar el nivel freático, y una permeabilidad que permita el vaciado total del estanque entre lluvias en tiempos relativamente breves para no dañar la vegetación.

En general se trata de obras más bien modestas en cuanto a dimensiones que aprovechan pequeños espacios abiertos en jardines, con alturas de agua almacenadas temporalmente relativamente bajas.

Forma de funcionamiento:

Se ubican atendiendo los escurrimientos de los techos y demás zonas impermeables inmediatas en una urbanización, de manera que reciban aguas relativamente limpias, antes de que escurran sobre terrenos que pueden cargarlas de sedimentos. El rendimiento de estas técnicas se puede mejorar colocando un sistema de pretratamiento que disminuya la entrada de sólidos en suspensión, reduciendo así el riesgo de colmatación de la zona de infiltración.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



1. Entrada efluente / 2. Pretratamiento y disipador de energía / 3. Volumen de diseño / 4. Suelo con capacidad de infiltración > 12mm/hora / 5. Drenes con válvula (para vaciado y mantenimiento si hay colmatación). / 6. Abertura para limpieza del dren (opcional) / 7. Estructura de aliviadero con filtros / 8. Conducto de salida a la red o a cuerpo de agua receptor. / 9. Altura mínima del borde: 30 cm

Fig.1. Componentes de un jardín de infiltración. Fuente: SFPUC, 2009.

CLASIFICACIÓN:

DEPÓSITOS SUPERFICIALES

Pequeños estanques de poca profundidad ubicados en suelos permeables. En ocasiones aprovechan la existencia de depresiones naturales en áreas abiertas o recreacionales, o son excavadas en el terreno, preferentemente en jardines y áreas verdes.



Fig.2. Depósito de infiltración superficial. Fuente: stormwaterpartners.com

DEPÓSITOS ENTERRADOS

Estos sistemas se construyen en base a sistemas geocelulares, módulos de material plástico con un alto índice de huecos . Se utilizan para crear estructuras para el almacenamiento y/o infiltración de agua de lluvia por debajo del nivel del terreno, logrando laminar la avenida generada por la escorrentía de un área determinada. Los sistemas geocelulares son capaces además de resistir cargas, cosa que los habilita para ser instalados debajo de viales, aparcamientos, áreas recreativas, etc.



Fig. 3. Depósito de infiltración subterráneo en Avda. Estatut. Barcelona. Fuente: ecohabitar.org.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

Los depósitos de infiltración superficiales suelen tener profundidades entre 0.5 metros y 1.5 metros con pendientes perimetrales inferiores a 3H:1V, para garantizar la seguridad y facilitar las labores de siega. En cuanto al fondo del estanque ha de mantenerse de forma horizontal, con cierta diferencia de cota entre la entada y la salida.

La vegetación que se incluya en el fondo de los depósitos deberá ser capaz de resistir al menos 72 horas bajo el agua, y se escogerán plantas autóctonas preferentemente. Las plantas con raíces profundas ayudan a evitar la obstrucción del fondo del depósito, y además, mejoran la capacidad de infiltración del suelo gracias a la creación de pequeños conductos de aire.

Estos dispositivos pueden configurarse tanto “en serie” con el flujo de escorrentía principal, como “en paralelo”. Cuando se construyen en serie, es especialmente importante el diseño de un aliviadero adecuado. En muchos casos, se dota a estos dispositivos de drenes debajo del fondo de los mismos. Estos drenes ayudarían al vaciado del depósito para proceder a las tareas de mantenimiento en caso de que quedara obstruido el fondo del mismo. (Aquaval, 2013).

CONSTRUCCIÓN.

Los estanques de infiltración no demandan una técnica particular debido a que se trata de obras de dimensiones modestas, pero es esencial realizar algunos controles:

— Precaución para evitar aporte de finos en la fase de construcción. Para ello se puede proteger el estanque con una membrana impermeable o limpiarlo al final de la construcción. Es necesario evitar el tránsito de vehículos y maquinaria que produzcan una compactación excesiva del terreno sobre la zona del estanque.

— Si el estanque va a ser sembrado con pasto artificial es conveniente que este se coloque sobre una pequeña capa de arena de 3 a 5 cm bajo la capa de tierra vegetal o tierra de hojas.

— Con el fin de asegurar el adecuado almacenamiento de las aguas lluvias es importante que las dimensiones estimadas en el estudio sean respetadas, ya que si se modifican pueden causar desbordes. Debe verificare cuidadosamente la ubicación y nivel de los elementos de rebase y las divisiones interiores, tanto en relación al estanque como a la red de drenaje hacia la cual evacúan, así como verificar que no se inundarán obras adyacentes como veredas, entradas a casas, terrazas u otras similares.

MANTENIMIENTO.

Hay que inspeccionarlos y limpiarlos periódicamente para detectar posibles obstrucciones. Serán necesarios:

— Eliminación de restos y residuos.

— Limpiar las entradas y salidas de agua. Comprobar que el exceso de agua se evacúa adecuadamente.

— Mantener en buen estado la vegetación.

— Controlar el nivel de sedimentos y eliminar cuando sea preciso. Comprobar que no hay problemas de colmatación.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

El volumen de afluente acumulado (Vafl) en m3 para la lluvia de proyecto determinada, caracterizada por la curva IDF, será:

$$Vafl\ (t) = 0.001\ C\ i\ A\ t$$

Siendo C el coeficiente de escorrentía de las superficie aportante A (m2), i la intensidad de lluvia (mm/h), y t el tiempo acumulado, en horas (h).

El volumen de infiltración (Vinf) en m3 viene dado por la expresión:

$$Vinf\ (t) = 0.001\ f\ Cs\ Ae\ t$$

donde f es la capacidad de infiltración del suelo en mm por hora, Cs, el coeficiente de seguridad para la infiltración (valor entre 1 – 0,3 en función de la calidad del efluente y el mantenimiento del estanque), Ae el área del estanque, en metros cuadrados, y t el tiempo acumulado, en horas.

El volumen de almacenamiento será igual a la máxima diferencia entre el volumen de afluente (Vafl) y el volumen de infiltración (Vinf):

$$Valm = Max\ (Vafl\ (t) - V\ inf\ (t)$$

La profundidad media del estanque será:

$$h = Valm / Ae$$

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Fernández, B. et al. 1996. *Técnicas alternativas para soluciones de aguas de lluvias en sectores urbanos. Guía de diseño*. MINVU. Santiago (Chile).

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Variará en función de las condiciones del terreno, el tipo de vegetación y, sobre todo, de la tipología de estanque (superficial o enterrado).

BANCO PRECIOS.

—

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

CIRIA (1996). *Infiltration drainage – Manual of good practice.* Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.

San Francisco Public Utilities Comission.2009. *Storm Water Design Guide Lines.* San Francisco. Enlace.

United States Environmental Protection Agency. 1999. *Stormwater Technology Factsheet: Infiltration trench.* EPA 832-F-99-019, US EPA, Office of Water, Washington DC.

Aquaval. 2013. *Revisión del Estado del Arte de los Sistemas de Drenaje Sostenible (SUDS).*

WEBS.

Drenajeurbanosostenible.org. Enlace.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Fig.4. Rotonda Norte de Predalba (Valencia). Fuente: Diputación de Valencia.



Fig. 5. Depósito de infiltración. Fuente: moir-environmental.co.uk

AP-11

DEPÓSITOS DE DETENCIÓN

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

DEPÓSITOS SECOS

TÉRMINOS EN INGLÉS:

SUPERFICIAL DETENTION BASINS OR PONDS

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Son depósitos que almacenan temporalmente la escorrentía generada, laminando los caudales punta y atenuando los picos de caudal, reduciendo considerablemente el riesgo de inundación aguas abajo. Normalmente, estos sistemas detienen el agua de lluvia durante un determinado periodo de tiempo, para después, una vez han cesado las lluvias, liberar progresivamente el volumen de agua acumulado. Al ser diseñados para que no almacenen un volumen permanente entre los sucesos de lluvia, también se les suele denominar depósitos secos. Esto les permite poder ser compaginados con otros usos recreacionales, como parques, plazas o zonas deportivas.

Forma de funcionamiento:

Es habitual que estos sistemas hayan liberado todo el volumen detenido transcurridas 48 horas desde el final del episodio de precipitación. Durante el tiempo que el agua de escorrentía permanece en el depósito de detención, se produce la sedimentación de algunos contaminantes suspendidos en el agua, mejorando la calidad del efluente.

En zonas con pluviometría abundante, existen depósitos en los que se habilita una zona para que quede permanentemente inundada, lo cual hace más eficiente la remoción de contaminantes solubles. Cuando se diseña adecuadamente y con presencia de vegetación, estas zonas inundadas pueden servir de base para la creación de pequeños ecosistemas dentro del entorno urbano. A este tipo de sistemas se los conoce como depósitos de detención extendidos.

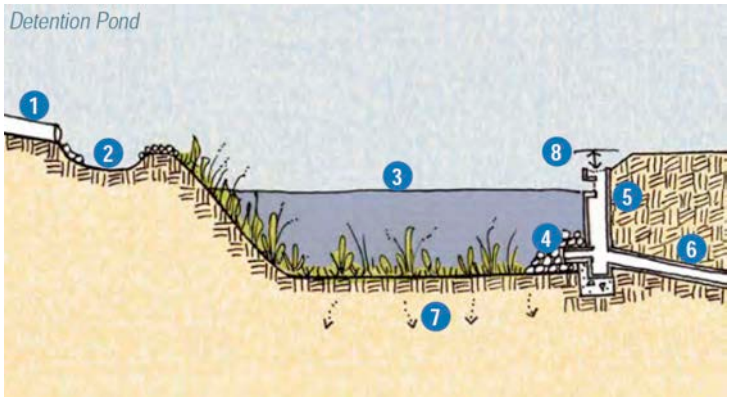
Los depósitos de detención pueden ser superficiales o subterráneos, y ubicarse en serie o en paralelo respecto a la red de drenaje:

— Depósitos en serie: disponen de un sistema de regulación a la salida que genera el mecanismo de laminación de la avenida.

— Depósitos en paralelo: reciben el flujo de agua a través de aliviaderos cuando el caudal de la red supera un determinado umbral. Cuando este caudal vuelve a un nivel bajo, el agua vuelve desde el depósito a la red, normalmente a través de bombeos.

Pueden ser empleados como parte o en conjunto con otras obras alternativas de control de aguas lluvias en zonas urbanas.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



1. Entrada. / 2. Pretratamiento y disipador de energía. / 3. Volumen de diseño. / 4. Abertura de salida. / 5. Aliviadero con filtros. / 6. Salida hacia red de drenaje u otro dispositivo. / 7. Infiltración donde sea posible / 8. Altura de borde de 0,3 m.

Fig.1. Componentes de un jardín de infiltración. Fuente: SFPUC, 2009.

CLASIFICACIÓN:

DEPÓSITOS DE DETENCIÓN SUPERFICIALES

Áreas en depresión donde se produce el almacenamiento temporal y que pueden compatibilizarse con otros usos. Son este tipo de elementos de detención las que se consideran dentro de las denominadas infraestructuras verdes.



Fig.2. Depósito de detención y áreas de recreo en escuela de primaria. Augustemborg (Suecia).

DEPÓSITOS ENTERRADOS

Son estructuras ubicadas bajo la superficie que permiten el almacenamiento temporal de un volumen de escorrentía. Pueden ser de dos tipos:

— Geocelulares. Conformados por módulos de un material hueco que sirve de elemento estructural y permite el almacenamiento del agua.

— Tanques de tormenta. Normalmente se trata de tanques de grandes dimensiones de hormigón armado, donde la capacidad de remoción de contaminantes suele ser más baja que en el resto. Dadas sus dimensiones y su impacto, no suelen considerarse infraestructuras verdes.



Fig. 3. Tanque de tormentas en Alameda de Hércules (Sevilla). Fuente: Emasesa.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

Normalmente el espacio requerido para este tipo de estanques es aproximadamente entre un 0,5 a un 2 por ciento del total del área aportante. A priori, las condiciones del suelo y del nivel freático no son condicionantes para su ubicación, aunque puede determinar la tipología elegida y la necesidad de disponer elementos de impermeabilización. Es preferible ubicarlos en pequeñas depresiones existentes o sobre elementos del sistema de drenaje natural, ya que excavaciones demasiado grandes pueden encarecer mucho su construcción.

En planta se recomiendan relaciones longitud-anchura de 2 a 1 o mejor 3 a 1 para incrementar el tiempo de detención y facilitar la sedimentación de las partículas. La pendiente de los costados debe ser tendida 2H:1V o mejor 3:1. El calado máximo de los estanques no debe sobrepasar los 3 metros. (Aquaval, 2013).

Puede construirse un canal para flujos bajos para transportar las aguas de los sucesos de menor magnitud y las aguas vertidas al medio después de los aguaceros, facilitándose así el crecimiento de la vegetación en el resto de la superficie.

Se puede realizar un diseño en dos niveles que delimite el área que se inunda con más frecuencia y en la que se produce una mayor deposición de sedimentos. El nivel superior debe tener profundidades del orden de 0,5 a 1,5 metros con su fondo en pendiente del 2% hacia un canal para flujos bajos. El nivel inferior debe estar 0,4 a 1,0 metros más profundo que el anterior y ser capaz de almacenar del 10 al 25% del volumen mínimo de regulación necesario para la crecida de diseño.

Debe siempre proveerse un elemento de desagüe que desvíe el agua de forma segura cuando se produzca una escorrentía mayor de la prevista y se exceda la capacidad del sistema.

CONSTRUCCIÓN.

Los estanques corrientemente se construyen excavados en el terreno con pequeños muros que represan las zonas bajas del terreno. La inclinación de los taludes está muy por el lado de la seguridad, de manera que aspectos constructivos ligados a la estabilidad de taludes en cortes y muros no es habitualmente una condición crítica.

En relación a la excavación del terreno, se deben apreciar previamente todos los aspectos que pueden resultar en conflictos durante la construcción: problemas geológicos o ambientales, existencia de otras obras o construcciones, infraestructuras subterráneas, etc.

Será necesario comprobar que las condiciones de mecánicas e hidráulicas del terreno son

las previstas y comprobar que se mantienen las previsiones en cuanto a impermeabilización, uso de los terrenos para estabilizar taludes, etc. Otro aspecto importante es el control de los niveles de todas las obras, especialmente en los dispositivos de evacuación y descarga.

MANTENIMIENTO.

Es necesario mantenerlos en condiciones operativas, estéticas y para proteger su seguridad estructural. Si el agua permanece estancada por periodos largos se generan problemas de mosquitos, olores desagradables y condiciones no deseadas. Hay que inspeccionarlas y limpiarlos periódicamente y necesitan el cuidado de la vegetación presente. Son necesarios:

— La eliminación de residuos y cualquier elemento que obstruya la circulación del agua.
— Cortar periódicamente la hierba y eliminar los restos.
— Reparar las áreas erosionadas o dañadas.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

El volumen de almacenamiento principal de un estanque de retención seco corresponde a la capacidad del estanque hasta el umbral del vertedero de seguridad. Este volumen se calcula para retener la crecida generada por tormentas medianas, del orden de 10 a 20 años de periodo de retorno, con la cuenca aportante en su condición de desarrollo máximo, de manera que hacia aguas abajo del estanque no se entreguen caudales máximos mayores que los permitidos.

$$V_{estanque} = 0{,}5\ T_b\ (Q_{me} - Q_{evac})$$

donde $V_{estanque}$ es el volumen estimado para almacenar la crecida, en m^3; Tb es el tiempo base del hidrograma de entrada, en segundos, igual al doble del tiempo de concentración de la cuenca aportante, Q_{me} es el caudal máximo del hidrograma de entrada para la crecida de periodo de retorno de diseño y condiciones de máximo desarrollo, m^3/s; y Q_{evac} es el caudal máximo que puede evacuar la cámara de descarga, m^3/s, empleado para dimensionar el conducto de salida.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Fernández, B. et al. 1996. *Técnicas alternativas para soluciones de aguas de lluvias en sectores urbanos. Guía de diseño*. MINVU. Santiago (Chile).

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Dependerá de la tipología de depósito, características del terreno y dimensiones del mismo.

BANCO PRECIOS.

—

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Aquaval. 2013. *Revisión del Estado del Arte de los Sistemas de Drenaje Sostenible (SUDS).*

CIRIA. 1996. *Infiltration drainage – Manual of good practice.* Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.

Fernández, B. et al. 1996. *Técnicas alternativas para soluciones de aguas de lluvias en sectores urbanos. Guía de diseño*. MINVU. Santiago (Chile).

Kwok, A. and Grondzik, W. 2011. *The Green Studio Handbook. Environmental strategies for schematic design*". Second Edition. Edit. Elsevier Inc.

San Francisco Public Utilities Comission.2009. *Storm Water Design Guide Lines.* San Francisco. Enlace.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Fig.4. Depósito de detención en parque urbano. Champaign, Illinois. Fuente: Wikipedia.



Fig. 5. Depósito de detención en área deportiva con canal de bajo flujo. Fuente: udfcd.org.



Fig. 6. Depósito de detención en parque urbano. Fuente: Stormwaterpa.org.

AP-12

ESTANQUES DE RETENCIÓN

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

LAGUNAS DE RETENCIÓN, LAGOS ARTIFICIALES

TÉRMINOS EN INGLÉS:

STORMWATER PONDS, RETENTION PONDS, WET PONDS.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Son lagunas artificiales con lámina permanente de agua (de profundidad entre 1,2 y 2 m) que permiten la proliferación de flora y fauna acuáticas, tanto emergente como sumergida. El volumen de agua constante oculta bancos de sedimentos antiestéticos e incrementa el rendimiento en la eliminación de nutrientes, metales pesados, coliformes y materia orgánica. Se diferencian de los humedales en su mayor profundidad y menor cubierta vegetal. Ya que requieren de un caudal base elevado, este tipo de estanque se utiliza en estrategias de control regional. Suelen combinarse además con otros sistemas para optimizar la capacidad de tratamiento en relación a la superficie.

La configuración típica de los estanques de retención incluye un cuenco o elemento disipador de energía, una zona de inundación permanente y otra de inundación variable. El cuenco disipador es una pequeña depresión del terreno que permite la sedimentación de elementos suspendidos de tamaño medio.

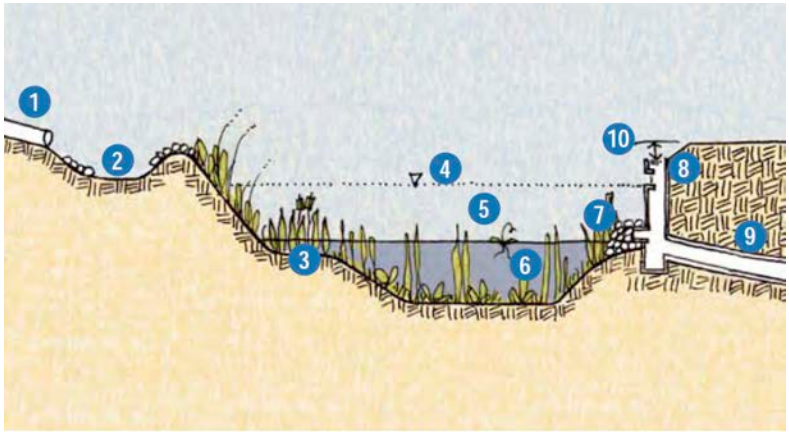
Forma de funcionamiento:

Una laguna de retención mantiene un volumen permanentemente ocupado por agua, el cual es reemplazado total o parcialmente durante las tormentas. Sobre este volumen permanente se provee un volumen adicional destinado a amortiguar las crecidas provocadas por la escorrentía de lluvia. De este modo, el estanque captura y realiza el tratamiento de aguaceros que generalmente movilizan grandes cantidades de contaminación. Están diseñados para garantizar largos periodos de retención de la escorrentía (2-3 semanas), promoviendo la sedimentación y la absorción de nutrientes por parte de la vegetación.

En aquellos climas, como el Mediterráneo, que se caracterice por tener largos periodos de sequía, los estanques de retención pueden permanecer secos durante la época estival o bien, ser alimentados con una fuente alternativa de agua si se pretende mantener el hábitat acuático durante todo el año. La existencia de un volumen de agua permanente es la que asegura buenos niveles de tratamiento de la contaminación.

Para cumplir con el objetivo principal de disminuir los caudales máximos se debe colocar la laguna inmediatamente aguas abajo de la zona urbanizada que sirve, descargando hacia el sistema de drenaje.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



1. Entrada de agua / 2. Pretratamiento y cuenco disipador / 3. Franja de ribera / 4. Volumen principal /
5. Volumen variable, de crecidas frecuentes / 6. Volumen permanente / 7. Abertura de salida /
8. Aliviadero con filtros / 9. Conducto de salida hacia la red o cuerpo receptor / 10. Altura de borde > 0,3 m.

Figura 1. Componentes de un estanque de retención. Fuente: SFPUC, 2009.

CLASIFICACIÓN:

ESTANQUE DE RETENCIÓN ESTÁNDAR

Es aquel en el que el volumen de agua permanente es igual al volumen de calidad de agua.

ESTANQUE DE RETENCIÓN EXTENDIDO

Es aquel en el que el volumen de agua permanente es un porcentaje mayor del 50% al volumen de calidad de agua.

MICROESTANQUE DE RETENCIÓN

Es aquel en el que el volumen de agua a tratar es inferior a una quinta parte del volumen de calidad, pero el rendimiento de tratamiento es bueno para pequeñas cuencas de unas 4 hectáreas.

SISTEMAS DE ESTANQUES MÚLTIPLES

En este caso, la suma del volumen de todos los estanques componentes del sistema es igual al volumen de calidad de agua.

Al incrementar los tiempos de retención del agua, la eliminación de sustancias no deseables es más efectiva, pero en contraposición necesitan de más espacio.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

La tipología de jardín de infiltración de penderá del diseño urbano en su conjunto. Será deterEl principal requisito del lugar es la necesidad de disponer de un flujo de agua continuo de buena calidad para mantener el volumen de agua permanente. Una manera de asegurar un flujo de agua permanente es colocar la laguna bajo el nivel del agua subterránea del lugar, si éste no es muy profundo.

Se recomienda un diseño con dos niveles de la laguna, considerando una zona litoral de

menor profundidad y otra central más profunda. La zona litoral debiera tener profundidades del orden de 0,15 a 0,5 metros y ocupar entre el 25% y el 50% de la superficie de la laguna. En esta zona, que debiera tener un ancho de al menos 3m, se favorece el crecimiento de plantas acuáticas y actúa además como borde de seguridad. La zona central con profundidades entre 1,2m y hasta 2,5m permite la sedimentación y la digestión de nutrientes por parte del fitoplancton. La profundidad máxima no debiera ser mayor que 3,5 m para el nivel de agua permanente. La razón entre el largo y el ancho máximo no debe ser menor de 2, y cuando sea posible al menos de 4.

Es recomendable sellar tanto el fondo como las paredes del volumen permanente y dejar solamente las áreas de contacto con los volúmenes superiores sin sellar. No obstante, determinados terrenos pueden reunir condiciones de impermeabilidad suficientes, que se mejoran con los procesos iniciales de sedimentación de finos.

CONSTRUCCIÓN.

Las condiciones de la construcción son similares a las de los depósitos de detención superficiales. Los estanques habitualmente se construyen excavados en el terreno con pequeños muros que represan las zonas bajas del terreno. La inclinación de los taludes está muy por el lado de la seguridad, de manera que aspectos constructivos ligados a la estabilidad de taludes en cortes y muros no es habitualmente una condición crítica.

En relación a la excavación del terreno, se deben apreciar previamente todos los aspectos que pueden resultar en conflictos durante la construcción: problemas geológicos o ambientales, existencia de otras obras o construcciones, infraestructuras subterráneas, etc.

Será necesario comprobar que las condiciones de mecánicas e hidráulicas del terreno son las previstas y comprobar que se mantienen las previsiones en cuanto a impermeabilización, uso de los terrenos para estabilizar taludes, etc. Otro aspecto importante es el control de los niveles de todas las obras, especialmente en los dispositivos de evacuación y descarga.

MANTENIMIENTO.

Las principales actividades de mantenimiento de este tipo de lagunas están relacionadas con la remoción de sedimentos, cuya frecuencia depende de la producción de ellos en la cuenca aportante, y por lo tanto de las medidas de control de erosión y actividades de construcción que se desarrollen. Con un programa de control de erosión bien desarrollado en la cuenca aportante se estima que la frecuencia de remoción de sedimentos de estas lagunas es del orden de una vez cada 5 a 20 años.

Hay que inspeccionarlas y limpiarlos periódicamente y necesitan el cuidado de la vegetación presente. Son necesarios:

— La eliminación de residuos y cualquier elemento que obstruya la circulación del agua.
— Cortar periódicamente la hierba y eliminar los restos.
— Reparar las áreas erosionadas o dañadas.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

En una laguna de retención el volumen total es la suma de varios volúmenes parciales, cada uno de los cuales se estima para satisfacer una función particular (ver figura 1).

— Volumen principal: capacidad de la laguna desde el nivel de agua permanente hasta el umbral del vertedero de seguridad. Este volumen se calcula para retener la crecida generada por la lluvia de proyecto.

$V_{principal} = 0{,}5\ T_b\ (Q_{me} - Q_{evac})$

donde $V_{principal}$ es el volumen estimado para almacenar la crecida, en m^3; Tb es el tiempo base del hidrograma de entrada, en segundos, igual al doble del tiempo de concentración de la cuenca aportante, Q_{me} es el caudal máximo del hidrograma de entrada para la crecida de periodo de retorno de diseño y condiciones de máximo desarrollo, m^3/s; y Q_{evac} es el caudal máximo que puede evacuar la cámara de descarga, m^3/s, empleado para dimensionar el conducto de salida.

— Volumen de agua permanente: este volumen depende de los otros fines de regulación de la laguna, los aportes que reciba, o los niveles del agua subterránea en el lugar. Para ello el fondo de la laguna debe colocarse a un nivel que asegure que esta zona esté permanentemente con agua.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Fernández, B. et al. 1996. *Técnicas alternativas para soluciones de aguas de lluvias en sectores urbanos. Guía de diseño.* MINVU. Santiago (Chile).

Hydrópolis. Enlace.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Dependerá de las características del terreno, las necesidades de excavación e impermeabilización, obras de aporte, etc.

BANCO PRECIOS.

—

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Aquaval. 2013. *Revisión del Estado del Arte de los Sistemas de Drenaje Sostenible (SUDS).*

CIRIA. 1996. *Infiltration drainage – Manual of good practice.* Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.

Fernández, B. et al. 1996. *Técnicas alternativas para soluciones de aguas de lluvias en sectores urbanos. Guía de diseño*. MINVU. Santiago (Chile).

Kwok, A. and Grondzik, W. 2011. *The Green Studio Handbook. Environmental strategies for schematic design*. Second Edition. Edit. Elsevier Inc.

San Francisco Public Utilities Comission.2009. *Storm Water Design Guide Lines.* San Francisco. Enlace.

WEBS.

Drenajeurbanosostenible.org

Hydrópolis.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Fig. 2. Estanque de retención en área residencial de Seattle (USA). Fuente:Clean Water America Alliance



Fig.3. Estanque de retención en City Park (Denver, EEUU). Fuente: EPA



Fig.4. Estanque de retención en Campus de la Universidad de Shenzhen (China). Fuente: Hai Zang

AP/13

HUMEDALES ARTIFICIALES

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

HUMEDALES DE AGUA DE LLUVIA.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

CONSTRUCTED STORMWATER
WETLANDS

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Son dispositivos artificiales para el almacenamiento de agua de escorrentía y flujos subterráneos, de escasa profundidad y con una elevada densidad de vegetación emergente, propia de pantanos y zonas húmedas. Esta alta cantidad de vegetación hace que sean capaces de generar altos niveles de bioeliminación de contaminantes. Además de la gran efectividad en el control de la calidad del agua, también son de utilidad en el control del volumen de escorrentía. Como en el caso de los humedales naturales requieren, un caudal de tiempo seco continuado o un nivel freático elevado para que la vegetación del medio no desaparezca.

Una de las ventajas más significativas de estas técnicas es que aportan un gran potencial ecológico, estético, educacional y recreativo al lugar en el que son emplazadas.

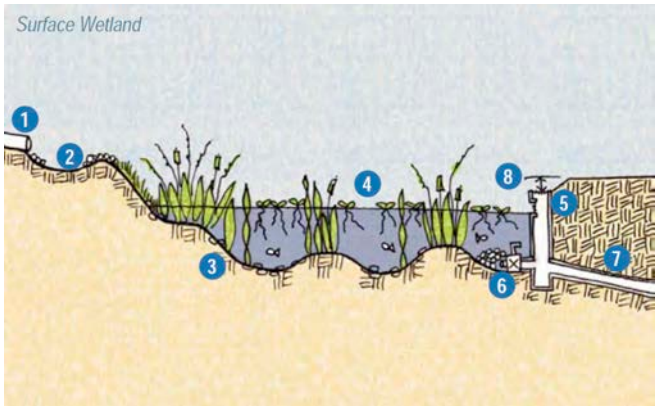
Forma de funcionamiento:

Tiene un limitado rango de calados efectivos para la atenuación de flujo, que se limita a la capacidad de volumen almacenado por encima del volumen permanente, y por lo tanto menor capacidad de regulación y de protección del medio receptor ante aguaceros intensos que los depósitos de detención o lagunas de retención.

En cuanto al control de calidad de agua, cabe indicar que en los humedales la eliminación de contaminación se produce por la presencia de vegetación emergente, de zonas inundables y de algas, así como por los mecanismos de filtración y sedimentación de partículas, pudiendo llegar a presentar altos rendimientos en la eliminación de contaminantes como sólidos en suspensión, metales pesados, nitrógeno y coliformes de entre el 50-90%.

La presencia de aguas freáticas puede ayudar a mantener la vegetación en estaciones secas. No obstante, será fundamental considerar la sensibilidad de los acuíferos cercanos, e impermeabilizar el humedal en caso necesario.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



1. Entrada de agua / 2. Pretratamiento y cuenco disipador / 3. Superficie irregular en el fondo / 4. Superficie de la lámina de agua / 5. Aliviadero con filtros / 6. Válvula para drenaje y mantenimiento / 7. Conducto de salida hacia red o cuerpo receptor / 8. Resguardo mínimo de 0.3m.

Fig.1. Componentes de un humedal artificial (SFPUC, 2009)

CLASIFICACIÓN:

HUMEDAL POCO PROFUNDO

Es aquel cuyo volumen de agua permanente puede oscilar entre el volumen de calidad y el triple de su valor, por lo que ocupa una gran extensión. La mayor parte del volumen permanente de agua está en las zonas de altas y bajas marismas, de menor calado que las zonas de agua sin vegetación emergente.

HUMEDAL POCO PROFUNDO DE DETENCIÓN EXTENDIDA

Es aquel en el que el volumen permanente es sólo una fracción del volumen de calidad de agua. El resto del volumen de calidad se almacena por encima del volumen permanente y se le proporciona una detención de 24 horas. Posee un rendimiento de eliminación similar a los anteriores pero requieren menos espacio.

SISTEMA DE HUMEDALES - ESTANQUES

Está compuesto por dos zonas, un estanque de retención donde se retienen los sólidos más gruesos y una zona de marisma somera con vegetación donde se eliminan más contaminantes.

PEQUEÑOS HUMEDALES

Se diseñan para cuencas drenantes más pequeñas, de entre 2 y 5 hectáreas. Suelen requerir que la excavación alcance el nivel freático para mantener el volumen permanente del estanque.

HUMEDALES SUBSUPERFICIALES

Conocidos también como filtros vegetales de grava, son sistemas en los que el agua fluye siempre por debajo de la superficie del sustrato. Suelen precisar menos superficie y previenen problemas de aparición de mosquitos, aunque son más caros de construir y mantener. Suelen estar plantados con vegetación de ribera (eneas, carrizos, etc.).

RECOMENDACIONES :

DISEÑO.

Al igual que los estanques de retención, podrán situarse en cualquier tipo de suelo, aunque será necesario adaptar el diseño a las condiciones locales. En general, suelen ocupar entre 3-5 % del área drenante, y requieren para su adecuado mantenimiento un flujo de agua suficiente para mantener su flora y fauna en épocas de estiaje. Aunque se recomienda ubicarlos en áreas llanas, es necesario mantener una mínima pendiente entre la entrada y la salida para garantizar el flujo por gravedad, que no debe exceder del 15%.

La salud de la vegetación es un aspecto crucial a considerar para que el correcto funcionamiento de los humedales artificiales. Entre otros motivos, para un adecuado crecimiento de las plantas se requiere que los humedales tengan diferentes profundidades. Para que los rendimientos de funcionamiento sean adecuados, en el diseño de cualquier humedal hay que dimensionar cuatro zonas interdependientes con varias profundidades:

— Zona de aguas profundas: con un calado entre 0,5 y 1,8 metros y donde se desarrolla vegetación sumergida y flotante.

— Zona baja de vegetación emergente: con un calado pequeño, entre 6 cm y medio metro.

— Zona alta de vegetación emergente: desde los 6 cm hasta el nivel normal del estanque. En esta zona hay que incorporar una gran variedad de especies vegetales y su extensión ha de ser superior a la de la zona baja.

— Zona inundable: es la situada por encima del volumen permanente y que se inunda durante los episodios de mayor intensidad.

Pueden combinarse con cunetas verdes, zanjas filtrantes u otro tratamiento previo, de manera que se mejore la eficacia y se reduzcan las necesidades de mantenimiento. La existencia de elementos de pretratamiento es la clave para garantizar un correcto funcionamiento de los humedales.

CONSTRUCCIÓN.

En relación a la excavación del terreno, se deben analizar previamente todos los aspectos que pueden resultar en conflicto durante la construcción: problemas geológicos o ambientales, existencia de otras obras o construcciones, infraestructuras subterráneas, etc.

Será necesario comprobar que las condiciones mecánicas e hidráulicas del terreno son las previstas y comprobar que se mantienen las previsiones en cuanto a impermeabilización, uso de los terrenos para estabilizar taludes, etc. Durante la excavación y ejecución muchos humedales pierden materia orgánica del suelo, que juega un papel importante en la eliminación de contaminación. Si fuese necesario se deberá añadir o restablecer la materia orgánica después de la construcción para mejorar el funcionamiento.

MANTENIMIENTO.

Los humedales pueden llegar a generar molestias por la presencia de mosquitos, malos olores o suciedad si las labores de mantenimiento no se llevan a cabo de forma correcta.

Se deben eliminar los elementos acumulados en las rejillas de las estructuras de salida. Los humedales se deben inspeccionar tras los mayores aguaceros durante el primer año, observando la estabilidad del dique, erosión, canalización del flujo y acumulación de sedimentos. Para facilitar el mantenimiento se construirán caminos de acceso al estanque que sean suficientemente anchos y de pendiente adecuada, y que garanticen el acceso a todos los elementos (pretratamiento, desagüe, aliviadero, etc.).

En cuanto a la vegetación, ésta se debe inspeccionar periódicamente para comprobar que no se han asentado especies invasoras, y en caso de haberlas, se deben eliminar. Además se realizarán plantaciones adicionales hasta que la vegetación esté consolidada.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Dependerá de la tipología del humedal, la existencia de tratamientos previos y las necesidad de laminación de caudales.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Herramientas de dimesionado de Hydrópolis. Enlace.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Variable en función de la tipología.

BANCO PRECIOS.

—

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Aquaval. 2013. *Revisión del Estado del Arte de los Sistemas de Drenaje Sostenible (SUDS).*

California Stormwater Quality Association (2003). California Stormwater BMP Handbook: *New development and redevelopment.* TC-10.

CIRIA (1996). *Infiltration drainage – Manual of good practice*. Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.

San Francisco Public Utilities Comission.2009*. Storm Water Design Guide Lines.* San Francisco. Enlace.

United States Environmental Protection Agency. 1999. *Stormwater Technology Factsheet: Infiltration trench.* EPA 832-F-99-019, US EPA, Office of Water, Washington DC.

WEBS.

drenajeurbanosostenible.org

Hydrópils.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Fig.2. Vista aérea de un humedal artificial. Texas. Fuente: Alan Plummer Associates, Inc



Fig.3. Humedal en Elvetham Heath. Fuente: Susdrain

OTRAS OBSERVACIONES:

Es importante distinguir entre los humedales artificiales para la gestión de agua de lluvia, y los destinados al tratamiento de aguas residuales, los cuales tienen criterios de diseño y dimensionamiento diferentes (ver ficha AR-13).

A.4. NUEVAS TECNOLOGÍAS

A.4.4. RESIDUALES (AR):

SISTEMAS SEPARATIVOS
- AR-01: Inodoro seco.

SISTEMAS COMPACTOS DE DEPURACIÓN
- AR-02: Biojardineras.
- AR-03: Canal de saneamiento aireado.
- AR-04: Sistemas compactos.

PRETRATAMIENTOS DE AGUAS RESIDUALES
- AR-05: Arqueta de pretratamiento.
- AR-06: Desbaste.
- AR-07: Desarenador.
- AR-08: Desengrasador.
- AR-09: Fosa séptica.

TRATAMIENTOS PRIMARIOS
- AR-10: Tanque Imhoff.
- AR-11: Fosa anaerobia de alta velocidad.

TRATAMIENTOS SECUNDARIOS
- AR-12: Lagunaje.
- AR-13: Humedales artificiales de aguas residuales urbanas.
- AR-14: Drenes de aireación forzada.
- AR-15: Lechos de turba.
- AR-16: Lechos bacterianos.
- AR-17: Filtros verdes (suelo).
- AR-18: Infiltración rápida (suelo).
- AR-19: Escalera de oxigenación.

TRATAMIENTOS TERCIARIOS
- AR-20: Filtros de arena.
- AR-21: Reactor Baccou.

Volver al capítulo 5

Volver al índice

AR-01

INODORO SECO

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

BAÑO SECO / INODORO COMPOSTERO.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

DRY TOILET.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición:

Inodoro que permite tratar las excretas humanas de forma saludable aprovechando los ciclos biológicos naturales para transformar la materia orgánica en un producto inofensivo para la salud y apropiado para nutrir el suelo. Utiliza los nutrientes presentes en la orina y las heces así como la materia orgánica, para aplicación en terreno.

Composición y forma de funcionamiento:

Este inodoro tiene un separador de heces y orina. La orina se recoge en un depósito o bidón y las heces en un contenedor con dos cámaras. El contenedor, está directamente conectado a la descarga del inodoro mediante una tubería que tiene un dispositivo que impide la visibilidad dentro de la cámara, fácilmente desmontable para su limpieza.

El sistema toma cualquier tipo de materia orgánica (heces fecales, papeles), tras su uso se añade material seco (paja, madera, tierra, etc.) evitando la visibilidad y el hedor de las heces; produciéndose la descomposición del material seco mediante procesos biológico-anaerobios y creándose abono a través de un proceso natural de, al menos, un año. La cámara recolectora de orina almacena la orina que se puede emplear como fertilizante natural.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

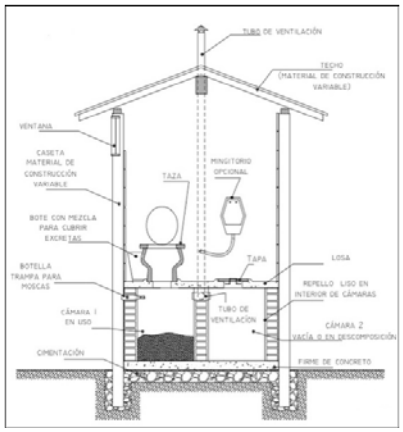




Figura 1. Esquema de la instalación de un baño seco (Castillo Castillo, Lourdes. 2002.).

Figura 2. Esquema de un baño seco (Castillo, Lourdes. 2002).

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Antes del primer uso del inodoro para la deposición de material sólido, se debe colocar un la cámara de secado una capar de 3-5 cm de material secante.
— La cámara que colecta la orina debe rellenarse previamente con una capa de material seco antes de su uso inicial.
— La profundidad de las cámaras debe ser de 50 cm. Por lo que debe disponerse de tal espacio.
— Debe realizarse una abertura a cada cámara para que encajen con el inodoro. Mientras una cámara esté en uso, la otra debe estar tapada.

MANTENIMIENTO.

— Cuando la cámara esté llena (aproximadamente 6 meses) se añade otra capa de material secante de unos 20 cm de espesor. Se deben dejar otros 6 meses antes de emplearlos como material de compostaje. Se introducirá en el suelo de la cercanía del tronco de los árboles, realizando un agujero previamente que se cubrirá con la tierra del propio agujero.
— Se recomienda dejar la orina un mes en un depósito y diluirla a partes iguales con agua
— Después de cada uso cubrir las heces con material secante. Esto implica tener un recipiente cercano con este material.
— Se debe nivelar las heces para que no se amontonen muy cerca de la taza del inodoro.
— Cada 6 meses se cambia la posición del inodoro de una cámara a otra para dejar los residuos de la primera cámara reposar otros 6 meses para su estabilización.
— Verter un poco de agua en el separador de orina / urinario después de usarlo.
— El separador de orina se limpia con agua caliente y un poco de detergente.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

— Se debe construir un contenedor con dos cámaras separadas.
— La forma normalmente es rectangular o cuadrada.
— Una familia de 6 miembros llena una cámara de 500 L en 6 meses.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Castillo Castillo, Lourdes. 2002. Sanitario Ecológico Seco. Manual de diseño, construcción, uso y mantenimiento. Enlace.

WEBS.

- Manual de construcción de baño ecológico seco. Enlace.
- Sanitario ecológico.
- www.aguapedia.org

AR-02

BIOJARDINERA

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

BIOJARDINERAS.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

BIOSWALE, BIOPLANTER

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición:

Sistema de tratamiento para reutilización de las aguas grises que consiste en una excavación con un lecho de piedras en la que se colocan plantas plantas autóctonas. El lecho es atravesado por el agua gris en régimen subsuperficial previo desengrasado y desarenado de la misma.

Composición y forma de funcionamiento:

Los elementos de depuración son el lecho de piedras, de tamaños comprendidos entre 19 a 75 mm y el manto de plantas de raíces largas. Se producen dos tipos de tratamiento:

— Tratamiento Físico. Por filtración horizontal.

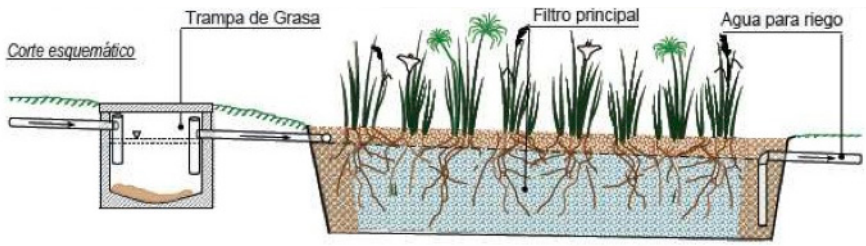
— Tratamiento Biológico. Extracción de materia por parte de las plantas e inoculación de oxígeno que se lleva a cabo, simultáneamente por las raíces.

Los efluentes mejoran la calidad de las aguas, lo que permite su reutilización.

El sistema completo incluye pretratamiento de grasas, la biojardinera propiamente dicha y un tanque donde almacenar el agua tratada.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

DETALLE CONSTRUCTIVO / FOTOS



1.Esquema implantación (ACEPESA. 2008)



2.Esquema funcionamiento (ACEPESA. 2008)



3.Imagen implantación (www.dot.ca.gov y www.phillywatersheds.org)

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Impermeabilizar terreno colocando lámina de plástico (espesor ≥ 1,4 m).

— Las plantas de este sistema se deben sembrar una semana después de que el sistema comience a funcionar. Con una ubicación de cota inferior al punto de concentración de las aguas grises.

— Las tuberías de entrada y salida dispondrán de ranuras permitiendo una carga y descarga uniforme. La tubería de salida, irá a 5cm de la pared y situada a una cota inferior a la de entrada fluyendo el agua por gravedad.

— El nivel de agua debe mantenerse unos 10 cm por debajo de la superficie de la biojardinera para evitar malos olores.

MANTENIMIENTO.

— Evitar la proliferación excesiva de plantas recortando y raleando.

— Extracción de grasas de la unidad de pretratamiento y de los sólidos del fondo una vez por semana.

— Los problemas de atasco del sistema se reflejan en la aparición de charcos o problemas de flujo del agua. Se procederá entonces a remover las piedras, lavarlas y volver a colocarlas en su sitio.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Caudales (medio y máximo) y la DBO5 del agua a tratar.

En general, 1m^3 de biojardinera puede procesar en torno a 5L de aguas grises.

Se recomienda una superficie superior a 0,5 m^2 por persona.

Parámetro	Rangos máximos permisibles promedio diario
pH	6-9
Sólidos en suspensión totales (mg/l)	100
Sólidos sedimentables (mg/l)	1.0
DBO_5 (mg/l)	110
DQO (mg/l)	220
Grasas y aceites (mg/l)	20
Sustancias activas al azul de metileno (mg/l)	3

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Profundidad del lecho de las jardineras: 0,4–0,85m.A mayor profundidad, menor requerimiento de área,pueden alcanzarse condiciones anaerobias.

— Velocidad de reacción: $k_r = k_{20}\ (1.06^{(T-20)})$; siendo K_{20} = 1.19 d^{-1}.

— Tiempo de residencia hidráulica: TRH =[-ln(C/Co)] / kr. Siendo “C” y “C_o” las concentraciones de DBO a la salida y a la entrada del sistema, expresadas en mg/L. El tiempo de retención varía entre 2-4 días, aproximadamente.

— Tasa de carga orgánica: $L_{org} = (C \cdot d_w \cdot \eta) / t$. Donde “$d_w$“ es la profundidad de la biojardinera, expresada en metros, y “η” la porosidad efectiva del sustrato.

Sustrato	d10 (mm)	η
Arena (media)	1	0.3
Arena (gruesa)	2	0.32
Arena con grava	8	0.35
Grava (media)	32	0.4
Grava (gruesa)	128	0.45

— Área del terreno (m^2): $AS = (Q_{ave} \cdot t) / (\eta \cdot d_w)$. La única incógnita de esta ecuación es “Qave” (flujo medio diario por la biojardinera),expresado en m^3/d.

— Ancho de la biojardinera (m): $w = (A_S / R_A)^{1/2}$. “R_A”(proporción longitud/anchura). Crites and Tchobanoglous recomendación: entre (2:1 y 4:1), mientras que Dallas, sugiere proporciones de 4:1, 10:1 e, incluso, 30:1.

— Longitud de la biojardinera (m): $l = A_S / w$.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Bibliografía específica.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Rosales Escalante, Elías. 2006. Manual para la construcción de biojardineras. Iniciativa Integrada para un Ambiente Urbano Sostenible.

WEBS.

- www.acepesa.org
- www.aguapedia.org

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

- Hotel Diuwak. Dominical, Costa Rica.
- Sistema comunal de tratamiento de aguas grises. Comunidad de Amagro, Puntarenas, Costa Rica.

AR-03

CANAL DE SANEAMIENTO AIREADO

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

CANAL DE SANEAMIENTO (CAS), DREN DE AIREACIÓN FORZADA.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

WASTEWATER ECOLOGICAL SEWER.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y composición:

Canal de saneamiento ecológico y depuración que aumenta la calidad del agua al transportarla y se ajusta a los requisitos de dimensionado del alcantarillado convencional.

Se trata de un canal impermeabilizado, con una capa inferior de piedras que sirven de medio para el transporte subsuperficial del agua y actúan como soporte de una biopelícula depuradora. Su disposición asegura un circuito interno de aireación natural, por medio de las dos conexiones con el exterior: pozos aireadores en los primeros metros y chimeneas de respiración en los últimos. Este circuito evita obstrucciones y contribuye a la mejora de calidad del agua garantizando unas condiciones mínimas de oxígeno disuelto en agua y evitando por tanto, procesos biológicos estrictamente anaerobios en el interior del dren.

El sistema se compone de tramos standard de canal de 10 m de longitud y 1 m de anchura y profundidad, conectados en serie, hasta alcanzar la longitud o la calidad de agua deseada, y a su vez a las viviendas que se incorporan al saneamiento con conexiones en espina de pez. Cada tramo se rellena con piedra angulosa ordenada de mayor a menor tamaño (200 a 50 mm), de modo el hueco por el que pasa el agua disminuye paulatinamente.

Forma de funcionamiento:

El agua residual de las viviendas, una vez pretratada, se incorpora al Canal de Saneamiento y es transportada subsuperficialmente. Los pozos localizados en el primer y último metro de cada uno de los tramos permiten su mantenimiento anual, y garantizan el circuito de aireación que consiste en extraer los depósitos fangosos que han quedado en la base, introduciendo agua a contracorriente por medio de una manguera a la presión de circulación por la red.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



Figura 1. CAS en Planta Experimental de Carrión de los Céspedes (Pozo-Morales, L. 2010. Tesis doctoral.).

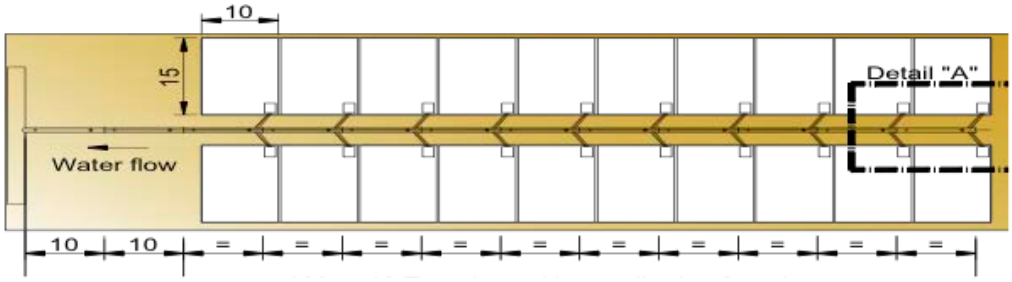


Figura 2. Esquema de conexión de viviendas a CAS (Pozo-Morales, L. 2010. Tesis doctoral.)

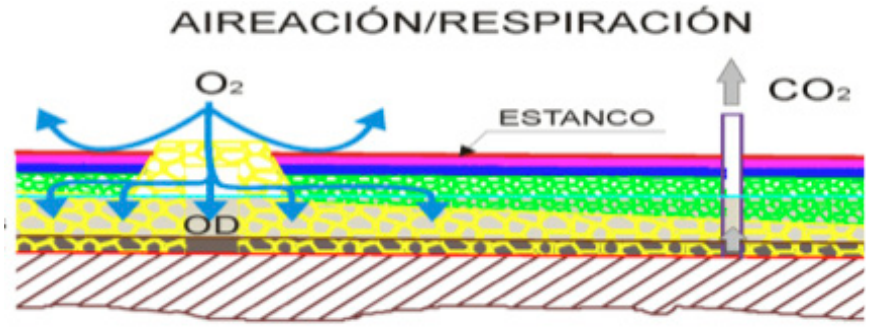


Figura 3. Perfil de un tramo de CAS (Pozo-Morales, L. 2010. Tesis doctoral.)

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Impermeabilizar el canal antes de rellenarlo con la piedra.
— Usar piedra lavada, tipo granítico, angulosa.
— Sellar con relleno de granulometría decreciente y compactado.
— Proteger los pozos aireadores y tubos respiradores con rejilla tipo tramex.
— Relación Largo/Ancho =1:10. Pendiente = 1%. Profundidad lámina de agua ≤ al 60%, fijada por vertederos. Cámara de aire ≥ 40%.
— Dimensionar según la carga hidráulica máxima admisible, respetando la carga máxima orgánica y de sólidos para evitar atascos.

MANTENIMIENTO.

— Limpiar anualmente los pozos con agua en contracorriente.
— Sacar los sólidos de los pozos donde se sitúa el respirador.
— Revisar mensualmente los pozos.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Superficie unitaria por habitante: 0,13 m^2. Longitud requerida en función del punto de toma y de vertido.

MÉTODO DE CÁLCULO.

Carga hidráulica máxima admisible por m^2 de sección transversal: 212 m^3/m^2d.
Limitado por calidad del agua.
Carga orgánica máxima admisible por m^2 de sección transversal: 1000 g DBO/m^2d.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Aguapedia - Grupo TAR. Enlace.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

1.360 euros / tramo estándar de canal.

BANCO PRECIOS.

Banco de Costes de la Construcción de Andalucía 2013.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Pozo-Morales, L., Lebrato, J. 2011. *et al*. Tratamientos convencionales y posibles del agua. Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

— Saneamiento del Barrio de Olof Palme. Nicaragua. Managua
— Saneamiento de una escuela en Damba María. Angola
— Piloto en Planta Experimental de Carrión de los Céspedes. Carrión de los Céspedes, Sevilla.
— Piloto en Campos Experimentales Blanco White. Complejo Educativo Blanco White, Bellavista, Sevilla.

AR-04

SISTEMAS COMPACTOS

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

SISTEMAS COMPACTOS AUTOMATIZADOS.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

DOMESTIC WASTEWATER TREATMENT PLANT.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Equipos prefabricados que, en un único depósito, depuran las aguas grises residuales. Pueden emplearse equipos compactos como pretratamiento, tratamiento primario o secundario.

— Pretratamiento. Las aguas residuales penetran en el equipo actuando la fuerza gravitatoria sobre los componentes. Los sólidos quedan en el fondo del equipo, en la parte intermedia se sitúa el agua depurada y en la superficie se acumulan las grasas y los aceites.

— Tratamiento primario. Al menos el 50% de los sólidos en suspensión sedimentan y un 25% de la materia orgánica biodegradable se elimina. Las partículas sólidas más pesadas se depositan en el fondo, formando lodos, mientras que las materias grasas y flotantes permanecen flotando en la superficie. Los gases generados deben ser eliminados mediante una ventilación alta y los lodos deben extraerse periódicamente.

— Tratamiento secundario. Tratamiento biológico con sedimentación secundaria de las aguas residuales. Consisten en una fosa y un filtro en el que se dan un proceso anaeróbico, en el primer sistema, y un proceso secundario aeróbico, en el segundo. El filtro puede ser de retención de coloides o de retención biológico, es decir, de colonias de bacterias.

— Conjunto. Son equipos de oxidación total, consistentes en varios depósitos conectados en serie. El 1º es un depósito de pretratamiento y el 2º es un reactor biológico en se degrada la materia orgánica de forma aeróbica gracias a una soplante que inyecta aire. El 3º es un decantador secundario, o clarificador, en el que se depositan lodos muy líquidos

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

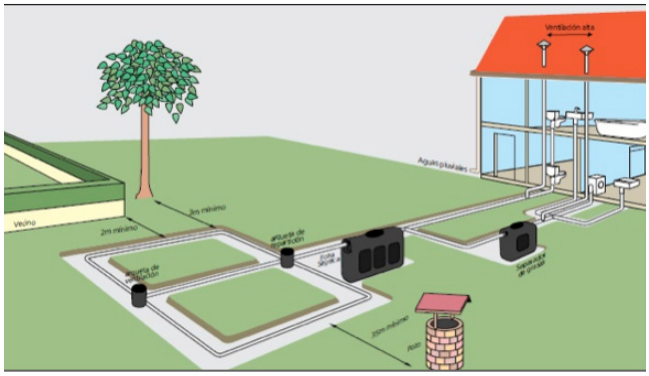


Figura 1. Esquema de implantación de un sistema compacto - Fuente: www.roth-spain.com

CLASIFICACIÓN:

1. EQUIPO COMPACTO.
    1.1. Pretratamiento.
    1.2. Tratamiento primario.
    1.3. Tratamiento secundario.
    1.4. Conjunto.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Los sistemas separadores de grasas se pueden instalar enterrados o en superficie.

— La altura del tubo de la entrada siempre debe situarse a una cota superior a la de salida.

— Tras la excavación de la zanja en la que se va a enterrar el equipo, se procede a rellenarla. Primero se coloca un capa de arena sobre el que se colocará el depósito. Se debe rellenar la zanja a la vez que el depósito para evitar roturas por presión. No se deben cubrir los equipos con más de 15 cm de arena dejando las bocas a la vista.

— Los equipos deben disponer de un sistema de ventilación para eliminar los gases de la fermentación anaeróbica. La salida de dicha ventilación se situará por encima del tejado. Debe colocarse una malla para evitar la penetración de insectos en el sistema.

MANTENIMIENTO.

Verificación el estado general del sistema 1-2 veces al año. Limpieza del equipo, del material filtrante 1 o 2 veces al año y de la cesta de sobrenadante cada 2 semanas.

DIMENSIONADO:

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Pretratamiento. El volumen oscila entre 500-2.000 L. La altura total se encuentra entre 970-2.170 mm. El ancho entre 660-880 mm. La longitud, entre 1.060- 2.020 mm. El caudal que puede tratar oscila entre 0,8-3,4 L/s.

— Tratamiento primario. El volumen de estos equipos varía entre 1.000-10.000 L. La altura oscila entre 1.250-2.870 mm. Estos sistemas pueden emplearse hasta un máximo de 50 h.e.

— Tratamiento secundario (para un máximo de 100 h.e.). El volumen del equipo oscila entre 1.000- 10.000 L, en función de los h.e. para los que se seleccionen. La altura varía entre 1.250-2.770 mm.

— Conjuntos. Tratan un volumen que oscila entre 1.500-3.000 L en el pretratamiento, entre 1.000-3.000 L en el digestor y entre 500-2.000 L en el clarificador. Este sistema puede emplearse hasta un máximo de 53 h.e.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Según catálogos comerciales.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

Hotel Solucar. Sanlúcar la Mayor. Sevilla.



Figura 2. Sistema compacto en CENTA. Fuente elaboración rpopia.

AR-05

ARQUETA DE PRETRATAMIENTO

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

ARQUETA DESARENADORA / DESENGRASADORA.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

DEGREASER-DESANDERS.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición, composición y forma de funcionamieto:

Arqueta que recibe las aguas brutas residuales y/o grises y se compone de una cámara de disminución de velocidad para retención de arenas y un tabique deflector a la salida para retención de grasas. Elimina gran cantidad de sólidos minerales de tamaño superior a 3 mm, además de las grasas y aceites contenidos en el agua.

Se suele emplear en el saneamiento de las redes separativas pluviales. También usada en calzadas de circulación rodada para eliminar arenas, aceites y grasas depositados en el agua.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:



Figura 1: Detalle cámara desarenadora y tabique deflector (www.aguapedia.org)

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Deberá situarse en un lugar de fácil acceso para la maquinaria de mantenimiento de la misma.

— Formada por una primera zona (llegada del agua) pasará a una cámara donde decanten los sólidos. Las grasas quedarán en la superficie.

— La decantación de las arenas se producirá a velocidades de paso inferiores a 0,3 m/s.

MANTENIMIENTO.

— Deben retirarse las arenas del fondo del canal semanalmente.
— Retirada de las grasas acumuladas consistentes en la superficie.
— A la altura de la lámina de agua,en las paredes,pueden formarse costras que habrá que eliminar una vez al mes.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Caudales de agua a tratar (medio y máximo), tiempo retención del agua y velocidad decantación de partículas en suspensión de superiores a 1mm.

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Velocidad de sedimentación de la partícula. v_c = 15 cm/s, para fluidos de 0,6 m/s de velocidad horizontal y tamaño de partícula de 1mm.
— Sección horizontal de la arqueta (m^2). $S_H = Q/v_c$. Siendo (“Q” caudal a tratar en periodo de retorno de 2 años y un tiempo de decantación de 2 minutos).
— Sección transversal de la arqueta (m^2). $S_T = Q/v_{FH}$. Donde “v_{FH}” es la velocidad de flujo horizontal de la partícula, estimada en 0,6 m/s
— Comprobación: $1 \leq A/H \leq 5$,(“A” anchura de la arqueta),(“H” altura).

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Varios autores. 2014. Manual de implantación sistemas de depuración para pequeñas poblaciones. CEDEX.
www.aguapedia.org
Ayuntamiento de Durango. Enlace.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Pozo, L. et al. 2011. T*ratamientos convencionales y posibles del agua*. Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía. ISBN 978-84-615-4726-5

WEBS.

www.aguapedia.org

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

Plan Parcial del Sector Industial SI-1 “Eroski-Logísitica”, municipio de Arrigorriaga.

AR-06

DESBASTE

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

DESBASTE.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

BAR SCREEN

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Sistema que elimina los pequeños o medianos sólidos transportados por el agua residual, mediante interceptación en rejas y/o tamices.

Rejas: consisten en barras paralelas que se anteponen al flujo, con separación unitaria entre ellas.

Los residuos se suelen descargar a una cinta o tornillo transportador para enviarlos a un contenedor.

Tamices: constituidos por placas perforadas o mallas metálicas de sección uniforme.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

DETALLE CONSTRUCTIVO

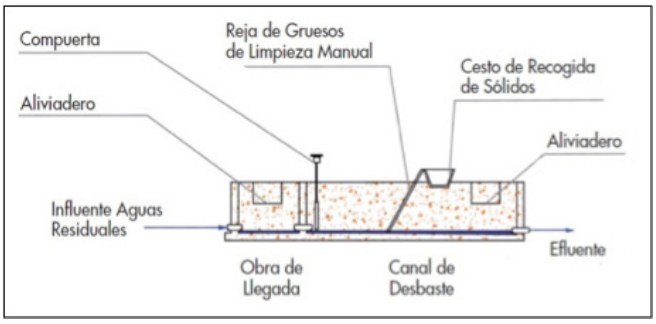


Fig.1. Diagrama de desbaste con reja de gruesos (CEDEX. 2010)

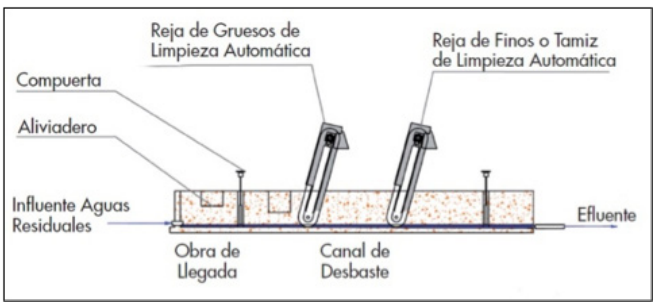


Fig. 2. Diagrama de desbaste con reja de gruesos y finos (CEDEX. 2010).

CLASIFICACIÓN:

REJA MANUAL

La limpieza de los residuos en las rejas se realiza manualmente.

REJA AUTOMÁTICA

Existe un sistema automatizado para la limpieza de las rejas.



Fig. 3. Reja de finos automática. Fuente: CEDEX, 2010

TAMICES ESTÁTICOS O AUTOLIMPIANTES

Malla formada por pequeñas barras de sección uneiforme, la parte plana está enfrentada al flujo. Separación entre barras aguas arriba menor que aguas abajo, evitando así obstrucciones. Pérdida de carga de 1,2 - 2,1 m.

TAMICES ROTATIVOS O DE TAMBOR

Malla colocada sobre cilindro giratorio situado en un canal. El agua entra por un extremo del tambor y sale por la superficie del tamiz, quedando los sólidos retenidos en la parte interior o entra por la parte exterior del tambor y sale por la interior, quedando los sólidos en el exterior. Raspado del tamiz giratorio mediante un rascador fijo. La pérdida de carga en este tipo de tamiz es de 0,8 – 1,4 m.



Fig. 4. Tamices rotativos. Fuente: CEDEX

TAMICES DESLIZANTES.

La descarga se realiza por gravedad, tras la separación de los sólidos mediante bandejas horizontales que forman una cadena sin fin. Pérdida de carga entre 0,1–0,4 m.



Fig. 5. Tamiz deslizante. Fuente: CEDEX

TAMICES DE ESCALERA.

Formadas por láminas de acero inoxidable. Una de cada dos láminas es móvil y describe un movimiento circular mediante motor. Las partículas quedan atrapadas en las láminas del tamiz, elevándose hasta el siguiente escalón. Pérdida de carga entre 0,2 – 0,4 m.

TAMICES DE TORNILLO.

Tamizado a través de placa perforada semicilíndrica. Un tornillo sin fin es el encargado de transportar los sólidos retenidos en la fona de filtración, hacia una zona de compactación. Dicho tornillo dispone de cepillos en el borde para la autolimpieza. La pérdida de carga en estos sistemas es mínima

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Construcción de edificio para albergar los contenedores de recogida de rechazos del desbaste para disminuir los impactos olfativos.

— La velocidad del agua debe ser suficiente para que los sólidos se apliquen a la reja, sin depositar arenas en el fondo del canal.

MANTENIMIENTO.

— Rejas de limpieza manual. Se efectuará por rastrillado periódicamente, depositándose los residuos en cestillos perforados.

— Rejas de limpieza automática. Tiempos acondicionamiento de los peines se ajustados según funcionamiento. Los residuos no extraídos se eliminarán manual y semanalmente previa desconexión el equipo.

— Extracción manual de sedimentos detectados en el fondo del canal.

— Para canales en paralelo, comprobación funcionamiento y estanqueidad de las compuertas cada 15 días. Engrasamiento manual de los vástagos.

— Tamizado. Cepillado de la superficie filtrante en la dirección de las ranuras semanalmente. Eliminación de grasas acumuladas mensualmente mediante cepillo de cerda rígida y detergente.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Caudales de agua a tratar (caudal medio y máximo), temperatura media del mes más frío. Poblaciones inferiores a 2.000 h.e. Producción de residuos. Para la reja de gruesos: 2 - 5 l/h.e.• año, para reja de finos: 5 - 15 l/h.e.• año, para tamices: 15 - 40 l/h.e.• año.

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Velocidad de agua en el canal de desbaste ≥ 0,4 m/s, a caudal mínimo, y ≥ 0,9 m/s, a caudal máximo.

— Velocidad de paso en reja(≤ 1 m/s,caudal medio,≤ 1,4 m/s,caudal máximo).

— Ancho del canal (m): W = [Q • (E+e) • C] / (V • h • E).(“Q” caudal máximo en canal, m3/s); (“V”,velocidad máxima entre barrotes (valor típico: 1,4 m/s); (“E” separación entre barrotes, mm);(“e” anchura de barrotes, mm); (“C” coeficiente de seguridad para el grado de colmatación de la reja) (valor típico: 1,3 correspondiente al 30% de colmatación).

— Altura del agua en el canal aguas arriba de la reja (m): h = Q / (vc • W).
(“vc” velocidad agua en canal a caudal máximo, expresado en m/s).

— Valores mínimos recomendados de las variables de diseño:

Parámetro	Valor
Tiempo de retención a caudal máximo (min)	≥ 5 min
Anchura del canal (W)	≥ 0,25 m
Altura del agua en el canal (h)	≥ 0,25 m

No obstante, se obtienen velocidades en canal <0,4, m/s a caudal mínimo.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

CEDEX-CENTA. 2010. Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Lebrato, J., Pozo-Morales, L. 2011. Tratamientos convencionales y posibles del agua. Escuela Internacional del Agua de Andalucía.

WEBS.

www.aguapedia.org

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

— Planta experimental de Carrión de los Céspedes (Sevilla).

— EDAR de Pinedo (Valencia).

AR-07

DESARENADOR

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

DESARENADOR.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

GRIT CHAMBER.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Proceso que se sitúa en la etapa de pretratamiento responsable de eliminar materia inerte de diámetro > 0,3 mm del agua residual que entra en el sistema de depuración, evitando así la sedimentación en canales, conducciones y unidades de tratamiento y protegiendo a la vez las bombas de la abrasión. Básicamente el proceso de desarenado puede llevarse a cabo según dos tipologías:

— Desarenadores estáticos de flujo horizontal. El agua circula a través de ellos en flujo variable o constante:

- Canales desarenadores de flujo variable. Las arenas se extraen manualmente de un canal con una capacidad de almacenamiento de 4-5 días.
- Canales desarenadores de flujo constante. Mantienen una velocidad de paso fija, en torno a 0,3 m/s, pero se producen depósitos materia orgánica.

— Desarenadores aireados. Se inyecta aire, provocando un movimiento en espiral para reducir la materia orgánica. El tanque está inclinado para facilitar la retirada de arena acumulada.

La extracción de arena de los desarenadores puede ser mecánica o manual.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

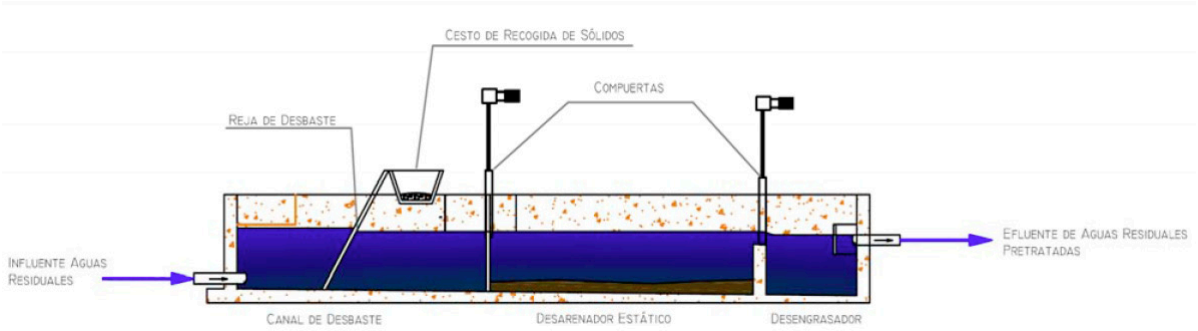


Figura 1. Diagrama de Flujo de un desarenador estático.

CLASIFICACIÓN:

DESARENADOR ESTÁTICO.

EsPara poblaciones menores de 500 h.e.

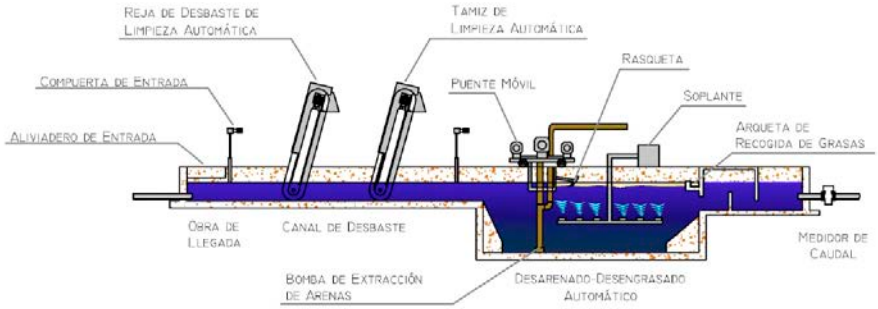


Figura 2. Desarenador estático de doble canal. Fuente: CEDEX.

DESARENADOR AIREADO.

Extracción mecánica de las arenas con bombas centrífugas o sistemas air-lift. Para poblaciones mayores de 500 h.e.



Figura 3. Esquema de desarenador aireado. Fuente: CEDEX.

DESARENADOR-DESENGRASADOR.

Consultar AR/08.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Diseñar la superficie del desarenador para que sedimenten partículas de diámetro superior a 0,3 mm, que corresponden a velocidades de sedimentación de 1 m/min.

— Para que la partícula alcance el fondo del desarenador, cumplir: ts<tr.

— Aplicar un factor de seguridad a la sección transversal calculada.

MANTENIMIENTO.

— Desarenadores estáticos. Extraer semanalmente las arenas del canal.

— Comprobar cada 15 días el correcto funcionamiento y la estanqueidad de las compuertas de los canales.

— Desarenador aireado. Comprobar el funcionamiento de la aireación y del sistema de extracción y secado de las arenas.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Caudales medio y máximo de agua a tratar, Tª media del mes más frío.

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Tiempo de sedimentación (s). $t_s = h/V_s$; siendo "h" la altura del desarenador y "V_s" la velocidad de sedimentación para la partícula situada en la posición más desfavorable.

— Tiempo de residencia (s). tr = L/Vn = LWh/Q; siendo "L" la longitud del desarenador, "W" la anchura, "Q" el caudal máximo de agua residual (m^3/h) y "Vn" la velocidad de desplazamiento horizontal de las partículas (la misma que la velocidad del fluido en el canal).

— Carga hidráulica (m^3/m^2h). $V_s = Q/ L•B$

— Superficie (m^2). $S = Q/V_s$.

— Superficie transversal (m^2). $S_t = h•B = Q/0,3$.

— Valores recomendados de las variables de diseño:

Parámetro	Desarenador estático	Desarenador aireado
Carga hidráulica a caudal máximo (m^3/m^2h)	≤70	≤70
Velocidad horizontal (m/s)	0,3	≤0,15
Tiempo de retención a caudal medio (min)	1-2	2-5
Anchura (m)	>0,3	>0,5
Profundidad (m)	0,25-0,5	>2
Relación longitud/anchura	-	3:1-5:1; Valor típico: 4:1
Suministro de aire (Nm^3/min•metro de canal)	-	0,2-0,6; Valor típico: 0,5

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

CEDEX-CENTA. 2010. Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Lebrato, J.,Pozo-Morales, L. 2011. Tratamientos convencionales y posibles del agua. Editorial: Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía. ISBN 978-84-615-4726-5.

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

— Planta Experimental de Carrión de los Céspedes (Sevilla).

AR-08

DESENGRASADOR

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

DESENGRASADOR.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

GREASE AND OIL REMOVAL CHAMBER.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición, composición y forma de funcionamiento:

Se trata de una etapa de pretratamiento cuyo objetivo es el de proteger el resto de las instalaciones, evitando obstrucciones por acumulación de grasas así como facilitar los procesos biológicos, facilitando el contacto microorganismos-materia orgánica. Básicamente se pueden distinguir dos tipos de desengrasado:

— Desengrasador estático. Las aguas pasan a través de un tabique deflector que las obliga a salir por la parte inferior, permitiendo que los componentes de menor densidad que el agua queden en la superficie. El fondo es inclinado para facilitar el desplazamiento de la materia sedimentada hacia la zona de evacuación. Las grasas se retiran manualmente.

— Desengrasador aireado. Se inyecta aire por la parte inferior desemulsionando las grasas y facilitando su separación de las arenas.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

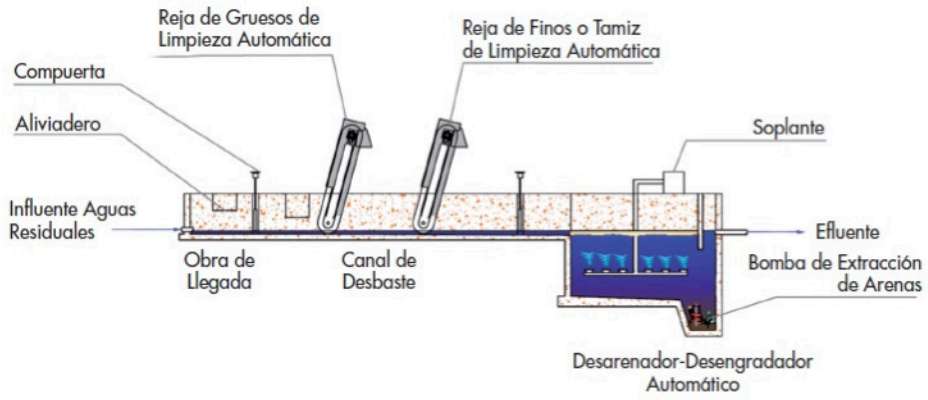


Figura 1. Diagrama de Flujo de un desengrasador-desarenador. (CEDEX, 2010).

CLASIFICACIÓN:

DESENGRASADOR ESTÁTICO

Poblaciones <500 h.e.



Figura 2. Desengrasador estático. Fuente: CEDEX

DESENGRASADOR AIREADO.

Poblaciones >500 h.e

DESARENADO-DESENGRASADO.

Estas dos operaciones se pueden realizar conjuntamente en un sistema de canal, generalmente aireados por inyección inferior, provocando la desemulsión de las grasas, en la zona superior de tranquilización. Un puente rodante se desliza a lo largo del canal extrayendo la arena depositada en la base, en continuo, mediante bombas centrífugas y barriendo la superficie de flotantes.



Figura 3. Desengrasador-desarenador con puente móvil. Fuente: CEDEX

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— La construcción se realiza en hormigón.

— Los elementos metálicos en contacto con las aguas residuales a tratar deben ser de acero inoxidable, preferentemente acero AISI 316.

— Aplicable en todo tamaño de poblaciones, salvo para el caso de desengrasadores estáticos cuya utilización está limitada a poblaciones inferiores a 500 h.e.

— El desengrasador aireado no se suele usar a menos que se combine con el desarenado.

— En caso de que el sistema de depuración requiera un bombeo en la cabecera de la instalación depuradora, se realizará tras la etapa de desarenado-desengrasado. De no ser posible, se incluirá una reja de desbaste de gruesos de limpieza manual o automática de luz menor que el paso del rodete de las bombas instaladas.

MANTENIMIENTO.

— Las grasas que se acumulen en la superficie de los desengrasadores estáticos se retirarán periódicamente.

— En las paredes, a la altura de la lámina de agua, se irán formando costras de grasa que habrá que eliminar mensualmente con una espátula.

— En caso de burbujeo excesivo en la superficie de los desengrasadores estáticos, se procederá a la extracción de fangos acumulados en el fondo.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Caudales de agua a tratar (caudal medio y máximo), temperatura media del mes más frío.

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Valores recomendados de las variables de diseño:

Parámetro	Desengrasador estático	Desarenador-Desengrasador aireado
Carga hidráulica a caudal máximo (m^3/m^2h)	≤20	≤35
Velocidad horizontal (m/s)	-	≤0,15
Tiempo de retención a caudal medio (min)	>30	10-15
Profundidad (m)	1,2-2,4	2-5
Relación longitud/anchura	-	3:1-5:1; Valor típico: 4:1
Suministro de aire (Nm^3/min•metro de canal)	-	0,2-0,6; Valor típico: 0,5

— Equipo desarenador-desengrasador. Las etapas de entrada al sistema de extracción de las mezclas agua-arenas y agua-grasas, así como la entrada en los concentradores-clasificadores

de arenas y de los concentradores de grasas estarán temporizados. Habrá un pequeño desfase entre ellos que permita la concentración de los residuos a extraer (arenas y grasas).

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

CEDEX-CENTA. 2010. Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Pozo Morales, L. 2011. *Tratamientos convencionales y posibles del agua*. Escuela Internacional del Agua de Andalucía.

WEBS.

www.aguapedia.org

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

— Planta Experimental de Carrión de los Céspedes. Carrión de los Céspedes, Sevilla.

— EDAR de Castilleja del Campo, Sevilla.

AR-09

FOSA SÉPTICA

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

FOSA SÉPTICA.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

EPTIC TANK.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Tecnología de depuración de aguas residuales de tratamiento primario que reduce los sólidos de las mismas mediante dos tipos de procesos:
— Físicos. Por gravedad se separan los sólidos sedimentables de los flotantes, incluyendo aceites y grasas. La capa intermedia entre fangos y flotantes constituye el agua tratada.
— Bioquímicos. La fracción orgánica de los sólidos, acumulada en los fondos de las fosas, experimenta reacciones de degradación anaerobia, licuándose, reduciendo su volumen y desprendiendo biogás. En menor cantidad se desprenden compuestos de azufre.

Pueden tener uno o dos compartimentos en serie. En el segundo caso, el agua clarificada pasa del 1er compartimento al 2º a través de un orificio ubicado en el punto intermedio entre las capas flotantes y los fangos. En el 2º compartimento se separan nuevamente fangos de flotantes pero en menor cantidad. Esta disposición permite que las partículas más ligeras sedimenten con mayor facilidad y no se vean obstaculizadas por las burbujas producidas en la degradación de la materia orgánica.

En ocasiones se dispone de un tercer compartimento con material soporte para la fijación de masa bacteriana, lo que aumenta los rendimientos de eliminación de contaminantes.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

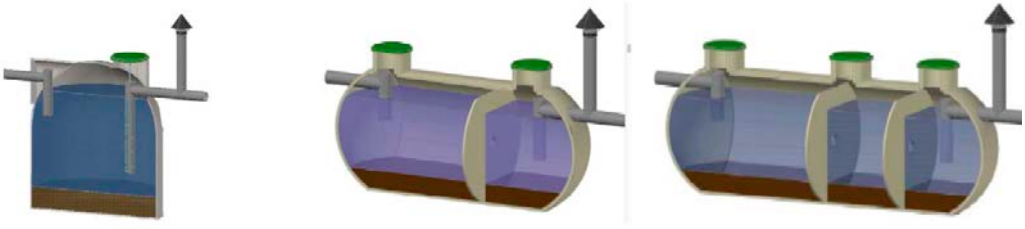


Figura 1: Esquema de fosas sépticas con una, dos y tres cámaras, respectivamente.(Cedex,2010)

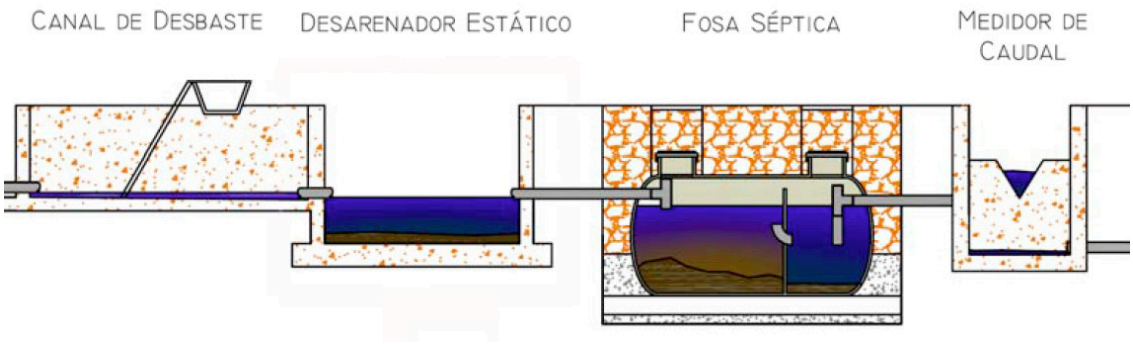


Figura 2: Diagrama de flujo de una fosa séptica. (Cedex, 2010)



Figura 3: Instalación fosa séptica prefabricada (Grupo TAR, 2013).



Figura 4. Fosa séptica prefabricada en hormigón. (Cedex, 2010)

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Para una fosa unitaria se recomienda un pretratamiento por desbaste (AR/06), con rejas de limpieza manual de 2-3 cm de separación entre barrotes y un cestillo para el escurrido de los residuos.
— By-pass en el canal donde está la reja, que actuará en caso de que esta se colme.
— Sistema limitador de caudal tras el desbaste. Las aguas aliviadas se conducen a la línea del by-pass.
— Desarenador estático previo a la fosa.
— En zonas cuya concentración de grasas sea de hasta 2.000 mg/L, se recomienda instalar un separador de grasas con un tiempo de retención de 30 minutos.
— Dispositivos de entrada y salida. Suelen ser accesorios en forma de "T". Sus partes ascendentes deben prolongarse 15 cm por encima del nivel del líquido (para evitar obstrucciones por la capa de flotantes) y las descendentes al 30-40% de la profundidad del líquido. Entre el elemento de entrada y de salida se debe establecer un desnivel del 5-7,5 cm.
— Chimenea de ventilación de diámetro > 7,5 cm para la salida de gases de la degradación anaerobia. En las fosas de varios compartimentos, si no están comunicados se instalarán más chimeneas.
— Boca de hombre en cada compartimento para la inspección y de retirada de fangos. Estas bocas tendrán un diámetro de 20 cm en fosas pequeñas y de 40-60 cm en las grandes.
— En caso de instalar varios equipos, la distancia entre ellos será mayor de 400 cm.

MANTENIMIENTO.

Mantenimiento de la obra civil y de las conducciones y del buen estado del cerramiento. Cuidado de la ornamentación vegetal implantada. Control de roedores, etc.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Caudal medio y máximo de aguas residuales.

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Volumen:

Intervalo de extracción de fangos (años)	Volumen útil de la Fosa Séptica (m^3)
1	$2,7 \bullet Q_m$
2	$3,5 \bullet Q_m$
3	$4,2 \bullet Q_m$

— En caso de 2 compartimentos, el 1º ocupa 2/3 del volumen. En el caso de 3, el 1º ocuparía el 50% del volumen y, los otros 2, el resto a partes iguales.
— Fosas prefabricadas. La profundidad es la suma de la altura (o del diámetro de la fosa si la disposición es horizontal), el espesor de las capas de hormigón en las que descansa el equipo y el nivel del terreno. Entre las paredes y el equipo a instalar se debe dejar un espacio libre de 30 cm.

— En el fondo del foso excavado se construirá una losa de hormigón en masa de 20 cm de espesor o de hormigón armado de 15 cm de espesor. Debe presentar una resistencia de 175 kg/cm^2.
— El fondo se rellena con hormigón en masa, de 100 kg/cm^2 de resistencia, hasta una altura de 25 cm. Con el hormigón aún tierno se instalará la fosa y se continuará rellenando hasta una altura igual a un tercio de la fosa. El resto se rellena con arena o gravilla fina lavada, cribada y libre de polvo, sin arcilla ni materia orgánica y libre de objetos pesados gruesos.
— El espesor de la capa situada entre el equipo y la superficie del terreno será de arena y de 50 cm máximo siempre que circule con tráfico rodado sobre la superficie. Si no, la capa será de hormigón armado de 25 cm de espesor.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

CEDEX-CENTA. 2010. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

www.aguapedia.org

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Supuesto de 200 h.e. costes anuales:
Coste total explotación y mantenimiento: 3.478,88 euros / año.
Coste total unitario: 17,39 euros / hab.año.

BANCO PRECIOS.

Mayo 2010.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Pozo-Morales,L., Lebrato Martínez, J. 2011. Manual de tecnologías no convencionales para la depuración de aguas residuales. Tratamientos convencionales y posibles del agua. Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía.

WEBS.

www.aguapedia.org

AR-10

TANQUE IMHOFF

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

TANQUE IMHOFF.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

PEAT FILTER,
PEAT BED. IMHOFF TANK

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Sistema de tratamiento primario de aguas residuales para la reducción de sólidos en suspensión sedimentables y flotantes. Consta de un solo depósito separado en dos zonas, la de sedimentación en la parte superior y la de digestión de los sólidos decantados en la inferior. La apertura que comunica ambas zonas impide el paso de gases y partículas de fango de la zona de digestión a la de decantación, no afectando así a la decantación de los sólidos en suspensión sedimentables.

El agua residual entra en la zona de sedimentación. Los sólidos sedimentables se van acumulando en el fondo del tanque por la gravedad y los sólidos flotantes, incluyendo aceites y grasas, van formando una capa sobre la superficie líquida de la zona de sedimentación. El agua sale de esta cámara con menos sólidos en suspensión y menos materia orgánica. Los sólidos sedimentables se acumulan en el fondo donde tiene lugar la degradación anaerobia de los mismos. Esto genera una reducción del volumen de los fangos sedimentados así como la producción de biogás, que debe tener una salida en caso de que el tanque esté tapado.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

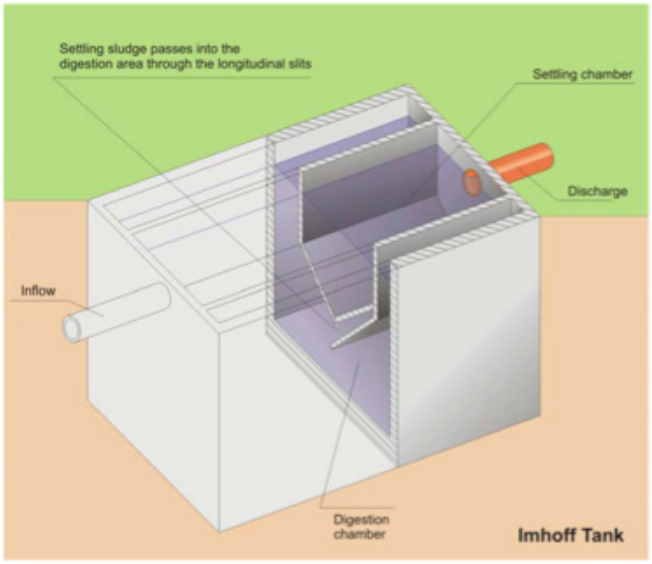


Figura 1. Recreación de un tanque Imhoff. (Fuente: calvin.edu)



Figura 2. Tanque Imhoff en área rural de Perú (Fuente: flickr.com)

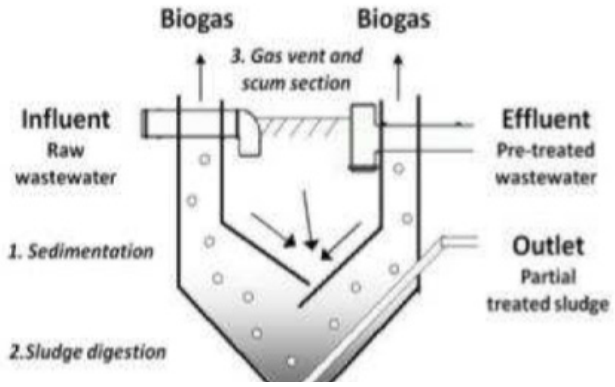


Figura 3. Detalle de zonas de un tanque Imhoff (Fuente: www.sswm.info)



Figura 4. Interior de Tanque Imhoff. Fuente: CEDEX, 2010.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Forma circular: la relación diámetro-altura se determina por el volumen y el área superficial.
— Forma rectangular: la relación longitud-anchura suele ser de 3 a 1.
— Las paredes inferiores de la zona de sedimentación presentan pendientes 1,5:1, sobresaliendo uno de los laterales unos 25 cm, para evitar la entrada de gases y fangos. La apertura de la conexión entre las zonas de decantación y de digestión es de 25 cm.
— Desde la superficie líquida hasta la coronación de los tanques se suele disponer de una zona de resguardo de unos 60 cm.
— Materiales: Para tanques pequeños, plástico (PE, PRFV); las instalaciones mayores pueden ser prefabricadas de PRFV o de obra (hormigón). En cualquier caso, el material debe estar preparado para las condiciones de septicidad debido a la producción de ácido sulfhídrico.

MANTENIMIENTO.

Visita de mantenimiento una vez a la semana para equipos de menos de 200 h.e. y dos para instalaciones mayores. Inspección y limpieza anual del tanque atendiendo a la estanqueidad y extrayendo fangos y flotantes

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Caudal medio diario (Q_{med}, m^3/d), Caudal máximo horario ($Q_{máx}$, m^3/h) para zona de decantación, Población equivalente para zona de digestión.

Superficie requerida para implantación (50 < h.e < 200):
— Urbanización de la parcela en la que se ubica la estación de tratamiento con viales de zahorra compactada de 2 m de ancho.
— Implantación de un pequeño edificio de mantenimiento en las instalaciones mayores de 500 h-e.

$$\text{Superficie Horizontal } (m^2) = 6{,}235 \cdot h.e^{-0{,}482}$$

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Zona de Decantación: Volumen a partir de Q_{max}, Carga hidráulica, C_h, y Tiempo de Retención Hidráulica, TRH:

$Ch = Q_{max}/A_{dec} = 1{,}0 < C_h < 1{,}5$ m/h $A_{dec} = Q_{max}/C_h$
A_{dec} = Área superficial de la zona de decantación (m^2)
$TRH = A_{dec} / Q_{max} = 90$ min. $V_{dec} = TRH \cdot Q_{max}$
V_{dec} = Volumen zona de decantación (m^3)

— Zona de Digestión: 0,14 m^3/habitante equivalente

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

CEDEX-CENTA. 2010. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Costes de implantación a partir de un diseño básico:
Coste ( )=602,19· h.e ^(-0,265)

Costes de explotación y mantenimiento:
Coste total explotación y mantenimiento: 8.163 /año.
Coste total unitario: 8,16 /h.e.

BANCO PRECIOS.

Junta de Andalucía. 2010.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Operation & Maintenance Guide for Imhoff Tank and Oxidation Pond Wastewater Treatment Plants. Págs. 1-11. Texas Water Commision.

CEDEX-CENTA. 2010. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

Pozo-Morales, L., Lebrato Martínez, J. 2011. *Tratamientos convencionales y posibles del agua.* Escuela Internacional del Agua de Andalucía.

WEBS.

www.aguapedia.org

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

— EDAR de Castilleja del Campo, Sevilla.

— EDAR de Gorriti, Navarra.

AR-11

FOSA ANAEROBIA DE ALTA VELOCIDAD

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

FOSA ANAEROBIA DE ALTA VELOCIDAD (FAV).

TÉRMINOS EN INGLÉS:

ANAEROBIC TANK OF HIGH SPEED.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición y Composición:

Sistema de tratamiento de aguas residuales urbanas por digestión anaerobia, sin calentamiento. Tratamiento primario que elimina más del 65% de los sólidos, que sedimentan quedando acumulados en la base, y al menos el 40% de la materia orgánica por digestión anaerobia. Está constituida por tres cámaras, en cada una de las cuales los procesos se producen, siguiendo el agua un circuito en flujo pistón desde el punto de vista global del reactor y una mezcla completa por compartimento.

Forma de funcionamiento:

Un sistema de tabiques encontrados separa cada compartimento, a los que el agua accede por la parte inferior atravesando el lecho de fangos decantados, y sale por la parte superior, con garantía de un suficiente grado de mezcla y de una ocupación completa del volumen de reactor, aumentándose el contacto agua-fangos con respecto a las fosas tradicionales y evitándose los cortocircuitos hidráulicos.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

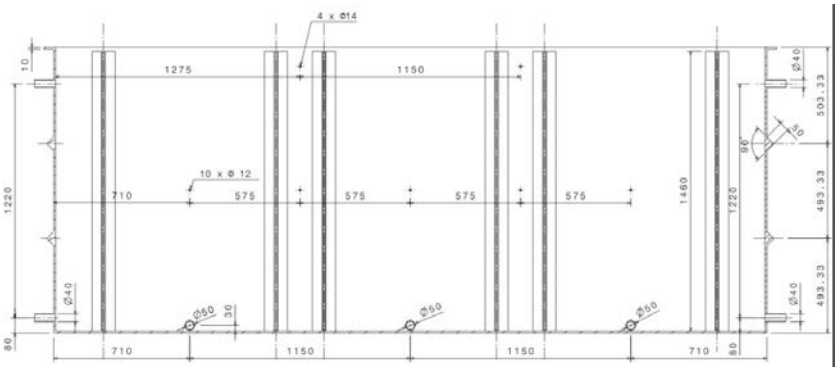


Figura 1: Sección constructiva. Fuente: Grupo TAR, 2010.



Figura 2: Detalle tajaderas flujo FAV (Pozo-Morales,L. 2010).



Figura 3: FAV en Planta Experimental de Carrión de los Céspedes (Sevilla). (Grupo TAR, 2010)

CLASIFICACIÓN:

TANQUES ANAEROBIOS DE ALTA VELOCIDAD.

A.V. Sistemas multicompartimentados: Modelo de Polpraset y Hoag. 7 compartimentos.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

Tanque rectangular de 3 compartimentos con sistema de salida superior y entrada inferior por cada uno. Recomendable: relación longitud-anchura > 3 a 1; cubierta, sobre todo si su profundidad es < 2m; válvula para salida del biogás; zona de resguardo de 30 a 40 cm desde superficie líquida hasta coronación de tanques.

Materiales: Para tanques pequeños, se puede emplear plástico (PE, PRFV); las instalaciones mayores pueden ser prefabricadas de PRFV o de obra. En cualquier caso, material preparado para las condiciones de septicidad debido a la producción de ácido sulfhídrico.

La capacidad máxima está limitada a unos 250 h.e., aunque se pueden poner varios tanques en paralelo, repartiendo entre ellos el total del caudal. Menores requisitos de espacio que AR/08 y AR/09.

MANTENIMIENTO.

Si la fosa no se cubre puede producirse emisión de olores.

Mantenimiento 1 vez a la semana para equipos de menos de 200 h.e. y 2 para instalaciones mayores. Tareas: Inspección y limpieza anual del tanque atendiendo a la estanqueidad y extrayendo fangos y flotantes.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Superficie unitaria por habitante: 0,15 m^2 para profundidad de 1,5 m, requisitos de pretratamiento.

MÉTODO DE CÁLCULO.

Para predecir la eliminación de coliformes fecales se pueden emplear los modelos de Polprasert y Hoag y el modelo de Medina, con un coeficiente de Kp = 5,96 l/g SV.d y de Km = 0,92 l/g SV.d respectivamente. El límite para la predicción de la mejora de calidad bacteriológica se establece para TRH de 1,2 días con coeficientes de Kp = 3,78 l/g SV.d y de Km = 0,58 l/g SV.d respectivamente. El ajuste a estos modelos disminuye al aumentar el tiempo de retención hidráulico pues se han registrado rendimientos superiores.

Se diseñan con un tiempo de retención hidráulico de entre 0,7 y 1,4 días para obtener rendimientos comprendidos entre el 36 y el 46 % en DBO5, el 36 y el 42 % en DQO y entre el 65 y el 75% en SS.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Aguapedia.org. Enlace.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Modelos prefabricados: 428 euros / h.e. Precio de mercado, 2013.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

PROYECTOS INVESTIGACIÓN.

Grupo TAR. *Investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería del agua posible. Desarrollo de canales abiertos de saneamiento (CAS)*. Junta de Andalucía

Grupo TAR. *Difusión internacional de la ingeniería del agua posible. Experiencia de CAS en el exterior.* Ministerio de Medio Ambiente.

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Lebrato, J.,Pozo-Morales, L. 2011. *Tratamientos convencionales y posibles del agua.* Editorial: Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía. ISBN 978-84-615-4726-5

WEBS.

www.aguapedia.org

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

— Saneamiento de una escuela en Damba María. Angola

— Piloto en PECC Carrión de los Céspedes. Sevilla

— Piloto en Complejo Educativo Blanco White. Sevilla.

AR-12

LAGUNAJE

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

LAGUNAJE.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

LAGOON SYSTEM

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Sistema de depuración de aguas residuales de tratamiento primario y secundario extensivo que consiste en varias lagunas conectadas en serie, en las que su profundidad disminuye gradualmente, combinándose condiciones de ausencia y presencia de oxígeno. En función de su papel en el proceso global de depuración, las lagunas son del tipo anaerobias, facultativas o de maduración. En todas ellas se produce la biodegradación de la materia orgánica y separación de sólidos en suspensión.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

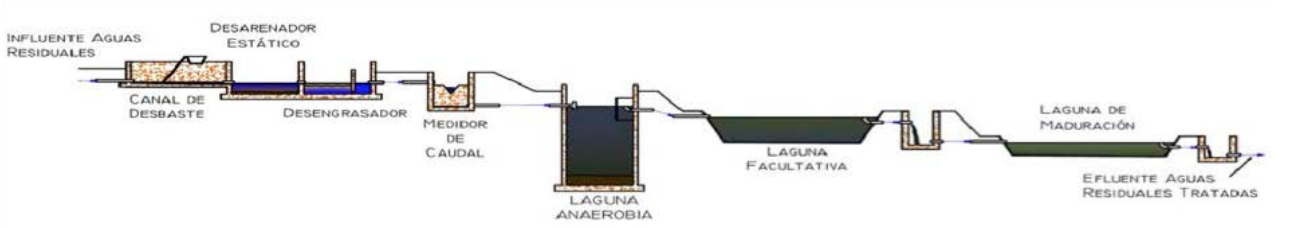


Figura 1: Diagrama de flujo del lagunaje. Fuente: Cedex, 2010.

CLASIFICACIÓN:

LAGUNA ANAEROBIA

De 3-5m de profundidad y proceso biológico de depuración anaerobio. Soportan elevadas cargas orgánicas (más de 100g DBO5/m3d), por lo que se suelen emplear como 1ª etapa en el sistema. En ella decanta la materia sedimentable y flotante; en el fondo se acumulan fangos durante un tiempo suficientemente prolongado como para que se estabilice.



Figura 2. Laguna Anaerobia. Carrión de los céspedes.

LAGUNA FACULTATIVA

Son la 2ª etapa del tratamiento. Su profundidad es de 1,5-2m y son más extensas que las anteriores. Tienen tres estratos: el inferior, ocupado por sedimentos y de característica anaerobia; el superior, de características aerobias y con microalgas por los procesos fotosintéticos; el intermedio, con predominio de bacterias facultativas dándose condiciones de ausencia y presencia de oxígenos.



Figura 3. Laguna Facultativa. Carrión de los céspedes.

LAGUNA DE MADURACIÓN

De profundidad entre 0,8-1m, lo que facilita la penetración de la radiación solar. Es la última etapa del sistema, por lo que la carga orgánica es baja. Se eliminan sólidos en suspensión y patógenos, dando lugar a efluentes muy oxigenados.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— La superficie total de las 3 lagunas se estima en 5-6 m2/h.e.

— Instalar varios puntos de alimentación a la mitad de la lámina de agua, y de evacuación de efluentes en la superficie, lo más alejado posible unos de otros y evitando caminos preferentes.

— Evitar árboles e impedimentos para la aireación de las lagunas.

— Laguna anaerobia: construcción de hormigón excavada en el terreno con paredes verticales de 4m de lámina de agua y 0,5m de resguardo.

— Lagunas facultativas y de maduración: construcción por excavación en el terreno, con taludes interiores 2:1 (horizontal:vertical). Los vasos se impermeabilizan con lámina plástica de PEAD de 1,5mm. La altura de la lámina será de entre 1,75 y 0,90m, respectivamente, con resguardo de 0,5m.

— Ubicarlas lejos de los núcleos de población para evitar los malos olores.

— Señalizar y vallar las lagunas por seguridad.

MANTENIMIENTO.

Reparación, relleno y compactación de hendiduras que puedan aparecer en los taludes de tierra. Reparación de roturas de la lámina plástica de impermeabilización. Eliminación de la vegetación en las zonas de los taludes próximas al nivel de agua (aproximadamente 1 m) para evitar la proliferación de mosquitos. Control del buen estado del cerramiento, existencia de roedores y la vegetación implantada. Retirada de los fangos cada 5-10 años.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Caudales de agua a tratar (caudal medio, máximo y mínimo), concentración de aguas a tratar (DBO5), temperatura media del mes más frío.

Superficie requerida para implantación (50 < h.e < 950):

— Urbanización de la parcela en la que se ubica la estación de tratamiento con viales de zahorra compactada de 2 m de ancho.

— Implantación de un pequeño edificio de mantenimiento en las instalaciones mayores de 500 h-e.

$$\text{Superficie } (m^2) = 29{,}466 \cdot \text{h.e}^{-0{,}203}$$

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Laguna anaerobia. Según la carga volumétrica: $V = DBO_5 \cdot Q/CV$. Sabiendo que el tiempo de retención hidráulico: $TRH = V/Q$, debe ser mayor o igual a 2 días, se recalcula el Volumen y así la superficie.

— Laguna facultativa. Conociendo la altura de la lámina de agua (1,5-2m), el resguardo (0,5m), los taludes interiores (2:1, horizontal:vertical) y la forma geométrica de la laguna, solo habría que establecer un valor de carga orgánica superficial (<100kg DBO_5/ha.d). Así se calcularía la superficie.

— Laguna de maduración. En este caso la carga orgánica superficial ha de ser <75kg DBO_5/ha.d, la profundidad 0,8-1m y el tiempo de retención superior a 5 días. Nuevamente se procedería al cálculo de la superficie.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

CEDEX-CENTA. 2010. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Shilton, A. 2005. *Pond Treatment Technology*. IWA Publishing,

CEDEX-CENTA. 2010. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

Pozo-Morales,L., Lebrato Martínez, J. 2011. *Tratamientos convencionales y posibles del agua.* Escuela Internacional del Agua de Andalucía.

Berland, J.M.; Boutin, C., Molle, P., Cooper, P. 2001. *Guía de procesos extensivos de depuración de las aguas residuales. A las pequeñas y medias colectividades (500-5.000 h.e).* Comisión Europea. ISBN 92-894-1690-4.

WEBS.

www.aguapedia.org

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Figura 4. Lagunaje en EDAR de la Lentejuela. Sevilla. Fuente: Cedex, 2010.



Figura 5. Lagunaje Muro-Santa Margarita (Mallorca). Fuente: Cedex, 2010.

AR-13

HUMEDALES ARTIFICIALES PARA AGUAS RESIDUALES URBANAS

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

HUMEDALES ARTIFICIALES.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

CONSTRUCTED WETLANDS.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Sistema de depuración de aguas residuales secundario extensivo que simula las condiciones de los humedales naturales para eliminar contaminantes. El agua se depura al circular por sus zonas húmedas artificiales, donde se desarrollan procesos físicos, químicos y biológicos. El sustrato sirve de soporte a la vegetación y permite la fijación de la población microbiana (en biopelícula), que participa en la mayoría de los procesos de eliminación de los contaminantes presentes en las aguas a tratar.

Los humedales artificiales se clasifican, según la circulación del agua, en superficiales o subterráneos.

— Humedales artificiales de flujo superficial (HAFS).
— Humedales artificiales de flujo superficial (HAFSs).

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

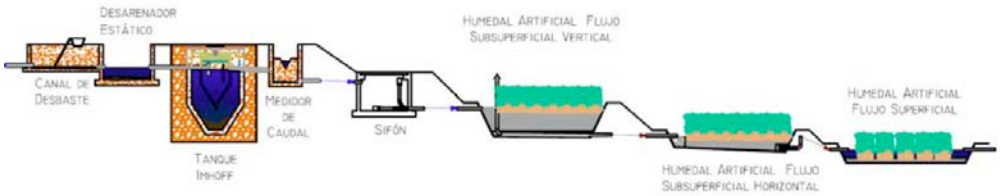


Figura 1. Diagrama de Flujo de un humedal artificial de flujo conjunto subsuperficial y superficial. (CEDEX, 2010)

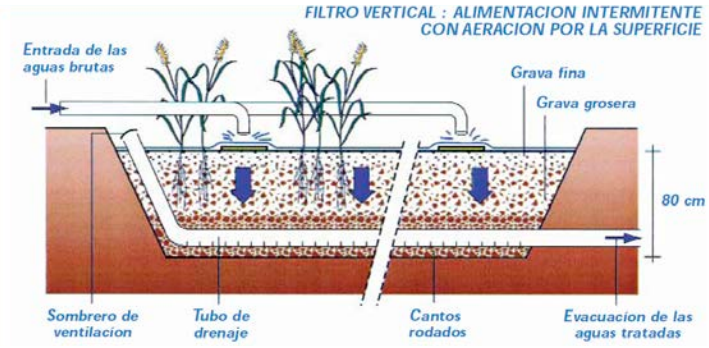


Figura 2. Esquema de humedal vertical de flujo subsuperficial. Berland, J.M et al. 2001.

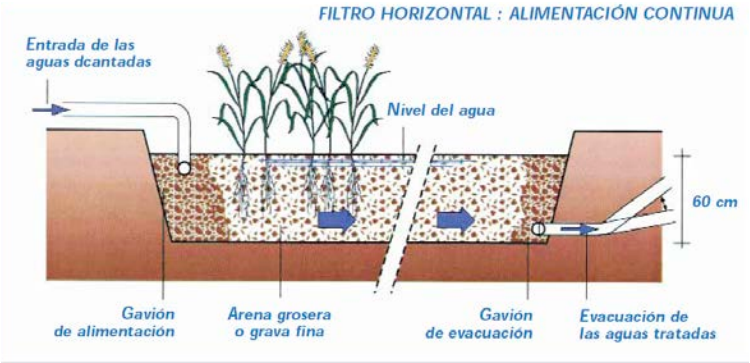


Figura 3. Esquema de humedal horizontal de flujo subsuperficial. Berland, J.M et al. 2001.

CLASIFICACIÓN:

DE FLUJO SUPERFICIAL (HAFS)

El agua circula por la superficie del sustrato, por lo que se encuentra expuesta directamente a la atmósfera. Los niveles de agua son poco profundos (inferiores a 0,4m), presentando vegetación arraigada en el fondo.



Figura 4. Humedal de flujo superficial. Carrión de los Céspedes (Sevilla).

DE FLUJO SUBSUPERFICIAL (HAFSS)

La circulación del agua es subterránea, a través de un medio granular de permeabilidad suficiente, y en contacto con los rizomas y raíces de los macrófitos. La profundidad del nivel de agua se sitúa entre 0,5-1m. Pueden ser de dos tipos:

— HAFSs horizontal: Operan en condiciones anaerobias, produciendo efluentes con ausencia de oxígeno disuelto. Superficie necesaria: 7,5m^2/ha.



Figura 5. Humedal horizontal. Carrión de los Céspedes (Sevilla).

— HAFSs vertical: Operan con cargas superiores en condiciones aerobias, dando lugar a efluentes oxigenados y libres de olores. Superficie necesaria: 2,3m2/ha.



Figura 6. Humedal vertical (sin vegetación). Carrión de los Céspedes (Sevilla).

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— HAFS. Alimentación directa y en continuo o intermitente.

— HAFS horizontales. Alimentación continua o intermitente. Las aguas atraviesan un sustrato filtrante de gravilla-grava de unos 0,4-0,6m de espesor, en el que se fija la vegetación. La salida se mantiene unos 5 cm por debajo del nivel de áridos, lo que no impide que las aguas sean visibles. Tiempos de retención de varios días.

— HAFSs verticales. Alimentación intermitente, mediante bombeo o sifones de descarga controlados. Las aguas circulan verticalmente a través de un filtro de arena-gravilla-grava, de 0,5-0,8 m de espesor, en el que se fija la vegetación. En el fondo se recogen los efluentes depurados en una red de drenaje a la que se conectan un conjunto de conductos, que sobresalen de

la capa de áridos, para aumentar la oxigenación del sustrato filtrante por ventilación natural. Tiempos de retención de unas horas.

— A veces se combinan en serie HAFSs Verticales y Horizontales, lo que permite nitrificar en la 1ª etapa y desnitrificar en la 2ª, siempre que la relación C/N en la 2ª sea la adecuada. Colocando HAFS al final se mejora la calidad de las aguas tratadas, al eliminarse más organismos patógenos.

— Hay que considerar la temperatura a la que operará el sistema.

MANTENIMIENTO.

Inspecciones rutinarias en general y del reparto de las aguas sobre el filtro. Limpieza de la reja de desbaste y del desarenado y del sistema de distribución de la alimentación. Siega de la vegetación. Gestión de residuos.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Caudales de agua a tratar (caudal medio, máximo y mínimo), concentración de aguas a tratar (DBO5), temperatura media del mes más frío.

MÉTODO DE CÁLCULO.

— HAFSs vertical. Cargas orgánicas de 20g DBO_5/m^2. Profundidad del agua 0,5-0,8m.

— HAFSs horizontal. Cargas orgánicas de 6g DBO_5/m^2. Profundidad del agua 0,4-0,6m.

— HAFS. Cargas orgánicas <67g DBO_5/m^2. Superficie necesaria: $2,3 m^2/ha$. Profundidad del agua 0,1-0,4m. THR entre 4-15 días. Carga hidráulica 0,014-0,046 $m^3/m^2 d$.

— La superficie necesaria se calcula: $S=L \cdot A= (Q \cdot \ln(C_i/C_e))/(K_T \cdot h \cdot \phi_s)$; siendo C_i la concentración del contaminante en el influente (mg/l), C_e la concentración del contaminante en el efluente (mg/l), K_T la constante de reacción (d-1) y ϕ_s es la porosidad del sustrato filtrante, que fluctúa entre 0,65-0,75 .

— K_T depende de la temperatura: $K_T= K_R \cdot \theta R(Tw-Tr)$, donde Tw corresponde a la temperatura media del mes más frío, Tr es la temperatura de referencia (20ºC).

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

CEDEX-CENTA. 2010. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Supuesto de 1000 h.e., costes anuales.

- HAFS vertical:

Coste total explotación y mantenimiento: 12.872,26 euros / año.

Coste total unitario: 12,87 euros / año.

- HAFS horizontal:

Coste total explotación y mantenimiento: 12.378,26 euros / año.

Coste total unitario: 12,38 euros / año.

BANCO PRECIOS.

Mayo 2007.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Pozo-Morales,L., Lebrato Martínez, J. 2011. *Tratamientos convencionales y posibles del agua.* Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía. ISBN 978-84-615-4726-5.

Berland, J.M.; Boutin, C., Molle, P., Cooper, P. 2001. *Guía de procesos extensivos de depuración de las aguas residuales. A las pequeñas y medias colectividades (500-5.000 h.e).* Comisión Europea. ISBN 92-894-1690-4.

Lara, J.A., Salgot, M. 1999. *Depuración de aguas residuales municipales con humedales artificiales*. Trabajo fin de máster. Universidad Politécnica de Cataluña.

WEBS.

www.aguapedia.org

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

— Carrión de los Céspedes. Sevilla.

— EDAR de Los Gallardos (Almería).

AR-14

DRENES DE AIREACIÓN FORZADA

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

DAF (DRENES DE AIREACIÓN FORZADA).

TÉRMINOS EN INGLÉS:

FORCED AERATION DRAIN SYSTEM.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Sistema de tratamiento de aguas residuales urbanas secundario basado en la réplica del sistema CAS (AR/03). Dado que un sistema CAS de transporte de agua residual, es capaz de soportar un límite de carga, se instalan tantos como sean necesarios para repartir entre ellos la carga total de agua afluente. Ello constituye la primera batería de tratamiento, que aporta un rendimiento determinado. El agua circula en régimen subsuperficial por el lecho de piedras a la vez que es aireada en virtud del circuito de aireación que provee cada tramo unitario de CAS. Si el efluente no alcanza la calidad mínima exigida por la normativa vigente, se instala una nueva batería idéntica a la anterior y en serie con la misma, y así sucesivamente.

Para adaptar el sistema a las variaciones de caudal y carga que puedan producirse a lo largo del día y con el paso del tiempo, es posible distribuir porcentualmente el influente al sistema DAF en las distintas baterías de canales a través de arquetas de reparto en cabecera.

La entrada a cada canal está provista de una tajadera manual pudiendo aislarse de manera independiente del resto en cada batería.

Los pozos situados en el primer y último metro de cada CAS permiten el mantenimiento del mismo.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

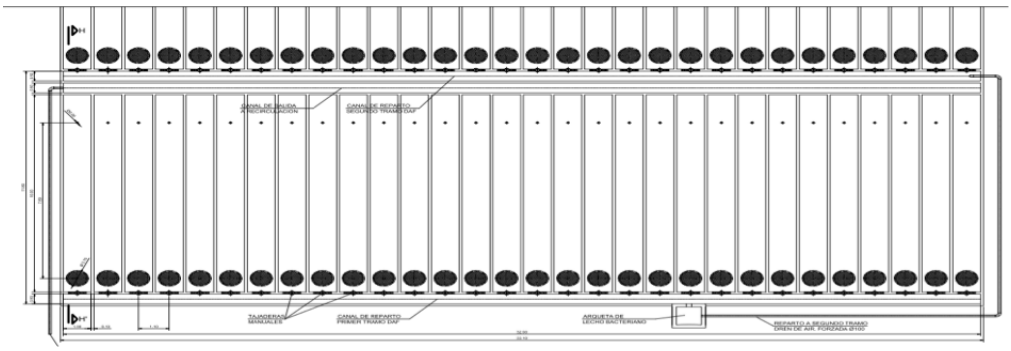


Figura 1. Ejemplo de DAF formado por batería 30 canales en paralelo y en serie con la siguiente (Pozo-Morales, 2010)

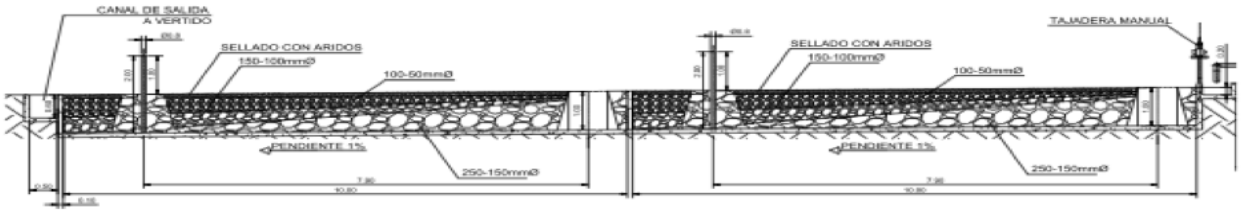


Figura 2. Sección longitudinal de dos tramos de canal en serie (Pozo-Morales, 2010)

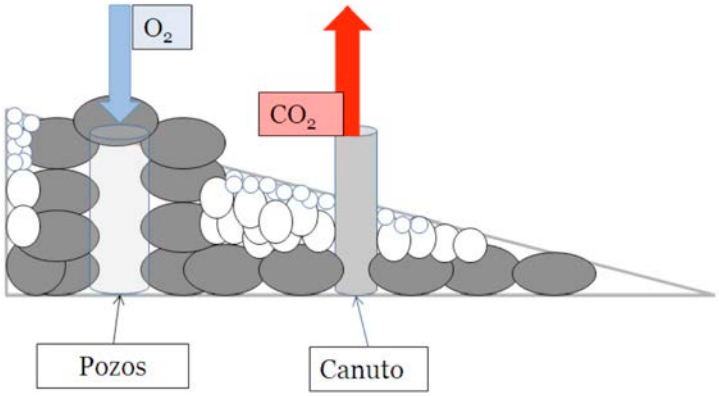


Figura 3. Circuito de gases en DAF (Grupo TAR, 2009)

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Impermeabilizar el canal antes de rellenarlo con la piedra.
— Usar piedra lavada, tipo granítico, angulosa.
— Sellar con relleno de granulometría decreciente y compactado.
— Proteger los pozos aireadores y tubos respiradores con rejilla tipo trámex y aislar tramos mediante tajaderas de entrada.
— Relación Largo/Ancho =1:10. Pendiente = 1%. Profundidad lámina de agua ≤ al 60%, fijada por vertederos. Cámara de aire ≥ 40%.
— Dimensionar según la carga hidráulica máxima admisible, respetando la carga máxima orgánica y de sólidos para evitar atascos.
— Suficiente espacio disponible, aproximadamente 2,5 m2/hab.eq.
— Tener en consideración que los tubos de respiración, sobresalen del terreno 1 m.

MANTENIMIENTO.

— Limpieza anual con agua a contracorriente.
— Extracción de sólidos en pozos donde se sitúa el respirador.
— Revisión mensual de pozos.
— Parada periódica de tramos para deposición de biopelícula y secado de solidos depositados.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Superficie unitaria por habitante: 2,5 m^2, requisitos de tratamiento previo.

PREDIMENSIONADO.

Tiempo de retención hidráulico (TRH) por tramo: TRH = V / Q > 1 h
(Q = Caudal influente (m^3/h) , V = Volumen útil (m^3))
Carga orgánica máxima admisible por m^2 de sección transversal: 1000 g DBO/m^2d.
Sección tipo: Trapecio Base Mayor = 1m, Base Menor = 0,5 m. Altura = 1m.
Cargas horizontales:
Hidraúlica (C_H): $C_H = Q / S_H \leq 0,07 - 0,53$ m^3/m^2 d. (S_H = Superficie horizontal (m^2)).
Sección tipo: Trapecio Base Mayor = 1m, Base Menor = 0,5 m. Altura = 1m.
Carga de sólidos: $C_{ss} = Q * (SST) / S_H \leq 10$ g/m^2 d.(SST: Concentración de sólidos totales en suspensión (g/m^3)).
Carga orgánica: $C_{DQO} = Q / (DQO) \leq 64$ g/m^2 d.(DQO: Concentración DQO (g/m^3)).
Capacidad de depuración: Se dimensiona en función de las cargas volumétricas de sólidos y materia orgánica.

Rendimiento en eliminación de DBO (%) = $100 \cdot 0,86^{-0,002 * C_{vDBO}}$
(C_{vDBO} = DBO (g / d) / V (m^3 reactor))
Rendimiento en eliminación de SST (%) = $100 * 0,65^{-0,0025 * C_{vSST}}$
(C_{vSST} = DBO (g / d) / V (m^3 reactor))

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Aguapedia.org. Enlace.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

1.360 euros / tramo estándar de canal.

BANCO PRECIOS.

Banco de Costes de la Construcción de Andalucía 2013.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

PROYECTOS INVESTIGACIÓN.

Investigación y desarrollo tecnológico en ingeniería del agua posible. Desarrollo de canales abiertos de saneamiento(CAS).Junta de Andalucía. 2008.

Difusión internacional de la ingeniería del agua posible. Experiencia de CAS en el exterior. Ministerio de Medio Ambiente.

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Lebrato Martínez, J., Pozo Morales, L. 2011. Tratamientos convencionales y posibles del agua. Escuela Internacional del Agua de Andalucía.

Pozo-Morales, L., Franco, M., Garvi, D., Lebrato, J. 2013. Influence of the stone organization to avoid clogging in horizontal subsurface-flow treatment wetlands. Ecological Engineering, 54, 136-144.

Pozo-Morales, L, Franco, M., Garvi, D., Lebrato, J. 2014. 2014. Experimental bases for the design of horizontal subsurface flow treatment wetlands in naturally aerated channels with an anti clogging stone layout. Ecol Eng, 70 68-81.

WEBS.

www.aguapedia.org

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Figura 4. Saneamiento del Barrio de Olof Palme. Nicaragua. Managua

— Saneamiento de una escuela en Damba María. Angola

— Piloto en Planta Experimental. Carrión de los Céspedes, Sevilla.

— Piloto en Campos Experimentales Blanco White. Complejo Educativo Blanco White, Bellavista, Sevilla.

AR-15

LECHO DE TURBA

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

FILTROS/LECHOS DE TURBA.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

PEAT FILTER, PEAT BED.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Sistema de tratamiento de aguas residuales, extensivo, la depuración se basa en el paso del agua por una capa de turba donde experimentan una serie de procesos físicos, químicos y biológicos. La eliminación de contaminantes radica en la elevada polaridad y porosidad de la turba. Los Filtros de Turba están constituidos por recintos en los que se disponen una serie de capas filtrantes, cuya composición de arriba hacia abajo suele ser: turba, gravilla y grava. La depuración se realiza principalmente en la capa de turba, mientras que el resto de capas retiene las superiores. Los efluentes son recogidos en el fondo de los filtros mediante canales o tuberías de drenaje.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

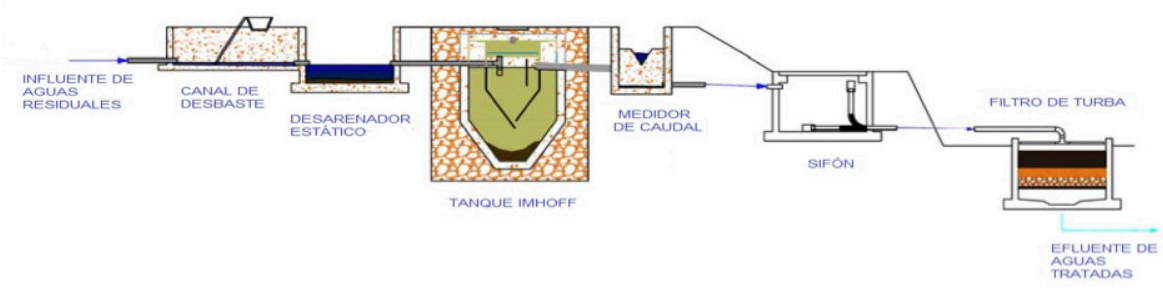


Figura 1. Diagrama de Flujo de un filtro de turba. (CEDEX, 2010)

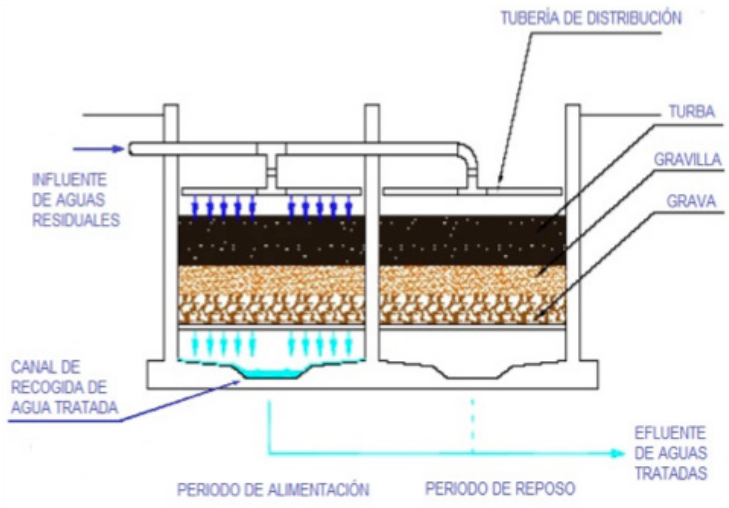


Figura 2. Esquema de un filtro de turba. (CEDEX, 2010)



Figura 3. Vista general de un filtro de turba en Carrión de los Céspedes (Sevilla). (CEDEX, 2010)

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Alimentación intermitente.
— Superficie de 1,9 m^2/h.e.

MANTENIMIENTO.

Inspecciones rutinarias y mantenimiento de la reja de desbaste y del desarenador. Mantenimiento del sifón o sistema de bombeo. Control del reparto de aguas. Rastrillado de la superficie del filtro y purga periódica de fangos generados.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Caudales de agua a tratar (caudal medio, máximo y mínimo), concentración de aguas a tratar (DBO_5), temperatura media del mes más frío.
Superficie requerida para implantación (50 < h.e < 950):
— Urbanización de la parcela en la que se ubica la estación de tratamiento con viales de zahorra compactada de 2 m de ancho,
— Implantación de un pequeño edificio de mantenimiento en las instalaciones mayores de 500 h-e.

$$\text{Superficie } m^2 = 32{,}923 \cdot \text{h.e}^{-0{,}295}$$

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Superficie necesaria filtrante: $S=[Q \bullet C_i \bullet \ln(C_i/C_e)]/0{,}061$; siendo Q el caudal de aguas residuales a tratar (m^3/d), C_i y C_e la concentración de DBO5 en g/l del influente y efluente, respectivamente.
— Esta ecuación conduce a una superficie de filtración de 1,9 m^2/h.e.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

CEDEX-CENTA. 2010. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Costes de implantación a partir de un diseño básico:

Coste (euros)=1096,7· h.e $^{-0,234}$

Costes de explotación y mantenimiento:

— Coste total explotación y mantenimiento: 14.131 euros / año.

— Coste total unitario: 14,13 euros / h.e.

BANCO DE PRECIOS.

Banco de Costes de la Construcción de Andalucía 2010.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

CEDEX-CENTA. 2010. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

Pozo-Morales,L., Lebrato Martínez, J. 2011.*Tratamientos convencionales y posibles del agua.* Escuela Internacional del Agua de Andalucía.

WEBS.

www.aguapedia.org

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Figura 4. Filtro de turba en EDAR de Valdepeñas, Granada. Fuente: Valdepeñas.es



Figura 5. EDAR de Ugíjar, Granada.

AR-16

LECHO BACTERIANO

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

LECHO BACTERIANO, FILTRO PERCOLADOR.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

TRICKLING FILTER.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Sistema de depuración de aguas residuales, tratamiento secundario extensivo, que consiste en un proceso aerobio, en el que el agua residual desciende a través de un depósito abierto por la parte superior, que alberga un material de relleno granulado sobre el que se forma una biopelícula de microorganismos. Por otra parte, una corriente de aire atraviesa el lecho por tiro natural o forzado. Al entrar en contacto el agua residual con los microorganismos y el oxígeno del aire, se produce la degradación de la contaminación biodegradable contenida en el agua. Los sustratos disueltos en el agua residual y el oxígeno difunden y se metabolizan en la biopelícula, mientras que el CO2 y el resto de residuos generados en el proceso difunden hacia el exterior de la película. A su vez, la materia en suspensión y coloidal en el agua a tratar se aglomera y adsorbe en la biopelícula.

Una vez que el agua residual ha atravesado el lecho, es recogida por la parte inferior del mismo y dirigida a un decantador secundario o clarificador, donde el agua ya tratada se separa del exceso de biopelícula erosionada y desprendida por haber llegado a un grosor límite.

Los lechos bacterianos se pueden clasificar en función del número de etapas (de una etapa o multietapa), o de la carga orgánica (baja, media o alta carga) con la que operan.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

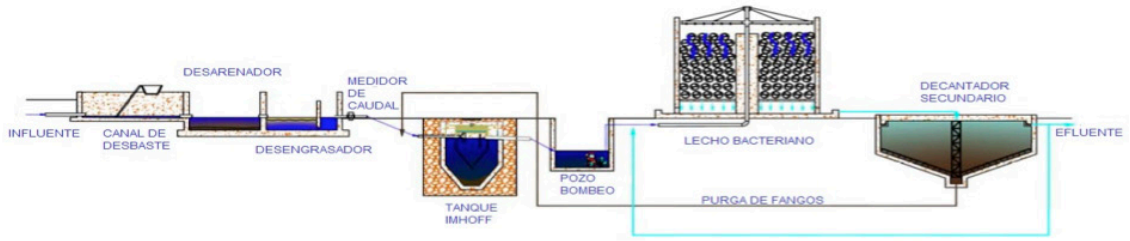


Figura 1. Diagrama de Flujo de un lecho bacteriano con tanque Imhoff. (CEDEX, 2010)

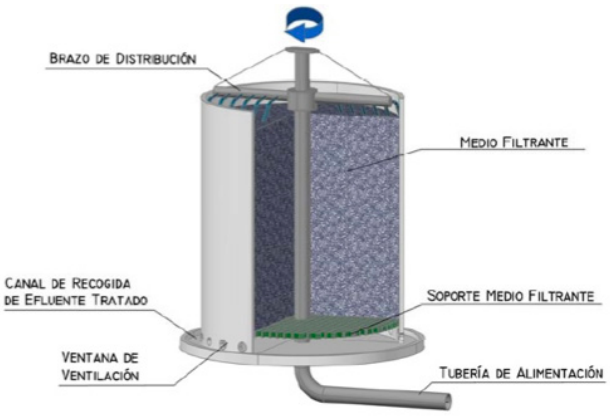


Figura 2: Esquema de un lecho bacteriano. (CEDEX, 2010)

CLASIFICACIÓN:

DE BAJA CARGA < 0,4KG DBO_5/M^3D.

Generan baja cantidad de fangos y existe menos riesgo de aparición de malos olores o atasco.

DE MEDIA CARGA: 0,4 - 0,6 KG DBO_5/M^3D.

Existe mayor riesgo de atasco.

Requiere un tratamiento primario para eliminar materia sedimentable.

DE ALTA CARGA: 0,6 - 1,6 KG DBO_5/M^3D.

Requieren una 2ª etapa para alcanzar la calidad equivalente a un tratamiento secundario.

DE DESBASTE: 1,6 - 8 KG DBO_5/M^3D.

Se emplean como etapa previa a un lecho de media carga o a un reactor de fangos activos.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Alimentación intermitente.
— Carga orgánica: 0,2 – 0,4 kg DBO_5/m^3d.
— Carga hidráulica: >0,4 m^3/m^2h para relleno de piedras, >0,8 m^3/m^2h para relleno de plástico.
— Altura del relleno: 2 – 3 m para relleno de piedras, 4 – 5 m para relleno de plástico.
— Recirculación: 0 – 1 de relación Q_r/Q, referido al caudal punta.
— Velocidad ascensional: mayor de 0,8 m/h a caudal máximo.
— THR: mayor de 2,5 m/h a caudal máximo.
— Carga sobre vertedero: máximo 15 m3/ml•h.
— Por encima de 1000 h.e.: valor máximo de Cv,DBO_5 de 0,4 kg DBO_5/m^3d y $C_{v,NTK}$ de 0,1 kg NTK/m^3d. Por debajo de 1000 h.e.: valor de Cv,DBO_5 0,2 kg DBO_5/m^3d y y $C_{v,NTK}$ de 0,05 kg NTK/m^3d.
— Distribuidores móviles de agua motorizados que permitan alcanzar valores de fuerza de lavado entre 4 y 8 mm durante la operación normal del lecho, para conseguir un buen arrastre del fango en exceso, y valores entre 20 y 100 mm para realizar procesos de lavado (de 6 horas durante la noche).

MANTENIMIENTO.

Mantenimiento de la obra, de las conducciones y del cerramiento, y de la vegetación implantada. Control de roedores. Programa de mantenimiento: horas de funcionamiento, ruidos, revisiones periódicas, averías, etc.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Caudales de agua a tratar, concentración de aguas a tratar (DBO_5), concentración de NTK en caso que se precise nitrificar.

Superficie requerida para implantación (200 < h.e < 2000):

— Urbanización de la parcela en la que se ubica la estación de tratamiento con viales de zahorra compactada de 2 m de ancho,

— Implantación de un pequeño edificio de mantenimiento en las instalaciones mayores de 500 h-e.

Superficie (m^2)=8,228 · $h.e^{-0,416}$

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Volumen de relleno: Volumen necesario para la eliminación de la materia carbonatada (m^3): $V_{F,C} = DBO_{5(E)} / C_{V,DBO5}$; volumen necesario para nitrificar: $V_{F,N} = N_{(E)}/C_{V,NTK}$. Siendo $C_{V,DBO5}$ la carga de DBO5 por unidad de volumen de relleno (kg DBO5/m3.d) y Cv,NTK la carga de NTK por unidad de volumen de relleno (kg NTK/m3.d). Volumen total de relleno: $V_{TF} = V_{TF,C} + V_{TF,N}$.

— Tasa de recirculación: $RC > [(DBO_{5(E)} / DBO_{5(SD)}) - 1]$. Los subíndices (E) y (SD) corresponden a las corrientes de entrada y del sistema de distribución.

— Altura del lecho: Para minerales se recomiendan alturas de 2 – 3 m y para plásticos de 4 – 5 m.

— Superficie del lecho (m^2): $S_F = V_F / h_F$.

— Carga hidráulica máxima (m/h): $q_A = Q_{2h,p} \cdot (1+RC) / S_F$, que suele tener valores mínimos de 4 m/h para rellenos de mineral y 0,8 m/h para rellenos plásticos.

— Fuerza de lavado (mm): $F_F = q_A \cdot 1000/(a \cdot n)$, donde 'a' es el número de brazos rotatorios de distribución del agua de alimentación al lecho y 'n' el número de rotaciones por hora del sistema de distribución (h^{-1}).

— Superficie del decantador secundario ($S_{(DS)}$, en m^2): $q_A = Q_{m(DS)} /S_{(DS)}$ (≤ 0,8 - 1 m/h) ; $Qm(DS) = Q_{2h,p}$ (1 + RC); siendo $Q_{m(DS)}$ es el caudal máximo de entrada al decantador (m^3/h). En el caso de redes unitarias, se tendrá en cuenta el caudal máximo de entrada a la planta, incluyendo el agua de lluvia ($Q_{h,max}$), en lugar de $Q_{2h,p}$.

— Volumen del decantador secundario: $V_{(DS)} = t_{R(DS)} \cdot Q_{m(DS)}$. En este caso, $t_{R(DS)}$ es el tiempo de residencia hidráulica en el decantador (h). Se recomiendan valores ≥ 2,5 h.

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

CEDEX-CENTA. 2010. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

Norma ATV A 281E.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Costes de implantación a partir de un diseño básico:

Coste (euros)=14086 · $h.e^{-0,582}$

Costes de explotación.

— Coste total explotación y mantenimiento: 19.875,20 euros / año.
— Coste total unitario: 19,88 euros / año.

BANCO PRECIOS.

- Junta de Andalucía. 2010.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

CEDEX-CENTA. 2010. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

Pozo-Morales,L., Lebrato Martínez, J. 2011.*Tratamientos convencionales y posibles del agua*. Escuela Internacional del Agua de Andalucía.

WEBS.

www.aguapedia.org

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Figura 3: Lecho bacteriano en El Ronquillo (Sevilla) (CEDEX, 2010)



Figura 4: Lecho basteriano en Carrión de los Céspedes (Sevilla).



Figura 4: EDAR con lecho basteriano en Bermeo (Vizcaya). (Cedex, 2010).

— EDAR Castilleja del Campo, Sevilla.

AR-17

FILTROS VERDES

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

FILTROS VERDES.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

GREEN FILTERS.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Tecnología extensiva que emplea el suelo como elemento depurador, aprovechando los procesos químicos, físicos y biológicos naturales que se desarrollan en el ecosistema suelo-agua-cultivo. Esto permite eliminar parte de los contaminantes aún presentes en el suelo.

La filtración provoca que los sólidos en suspensión del agua queden en los primeros centímetros del terreno, lo que depende de las propiedades del suelo, especialmente de su granulometría y textura.

Son muy importantes la capacidad de cambio iónico del suelo, su pH y las condiciones de aireación/encharcamiento que afectan a los procesos de oxidación-reducción. Esto determinará la movilidad de los contaminantes en suelo y su disponibilidad por parte de las plantas.

También son de gran relevancia las actividades radiculares de las plantas y, las producidas por los microorganismos del suelo, que operan tanto en condiciones aerobias (en los estratos superiores del terreno), como anaerobias (en los estratos más profundos).

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

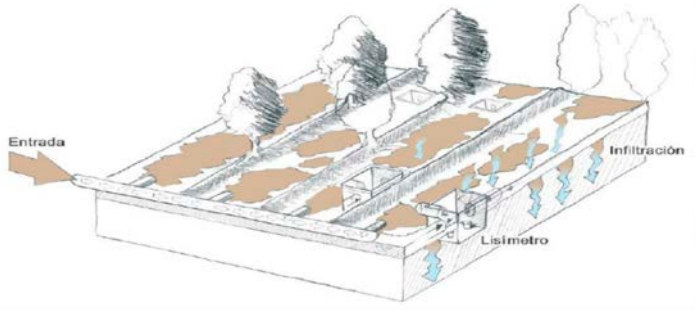


Figura 1. Esquema de filtro verde. Fuente: tecdepur.com

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— El riego del filtro verde, normalmente “a manta”, rota por calles o parcelas. Así, el suelo pasa por constantes fases de encharcamiento o humectación y de reposo en las que se el suelo se reoxigena, lo que permite el mantenimiento de la comunidad microbiana en condiciones aerobias.

— Para controlar el rendimiento se instala en el terreno una red de lisímetros que permitan la

recogida de muestras a diferentes profundidades.

— La vegetación a implantar deberá poder asimilar nutrientes y agua por transpiración, crecer rápidamente, tolerar los suelos húmedos y tener unas mínimas exigencias de explotación.

MANTENIMIENTO.

— La insolación del sotobosque, mediante una mayor separación entre árboles beneficia al proceso. Sobre todo cuando la vegetación no está desarrollada y el sistema radicular no está muy extendido.

— Vías de paso para la maquinaria.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Carga hidráulica, caudal medio de aguas residuales, permeabilidad del suelo, concentración de nitrógeno en el agua percolada.

Superficie necesaria para su implantación: 50 m^2/h.e.

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Cantidad de agua aportada. Balance hídrico: Dotación de riego = $ET_m + P_{wm} - P_{rm}$; donde ET_m son los mm/mes de evapotranspiración mensual, calculado a partir de la diaria (ET, en mm/día). P_m es la precipitación mensual determinada del valor medio en un periodo de 10 años y expresado en mm/mes.

— Evapotranspiración diaria: $ET = K_C \bullet ET_0$, siendo KC el coeficiente de consume del cultivo, ET0 la evapotranspiración de referencia calculada a partir de la ecuación $ET_0 = p(0{,}046T+8)$, p es el porcentaje medio de horas de sol, T es la temperatura media diaria (ºC).

— Tasa de infiltración (P_{mw}): $P_{wmensual} = P_{w\ diaria} \bullet$ (nº días de riego al mes). Calculando la tasa de infiltración diaria con la siguiente expresión:

$P_{w\ diaria}$ = permeabilidad (mm/h) • 24 (h/d) • v; 'v' expresa la permeabilidad mínima y se estima entre 4 – 10%.

— Superficie necesaria. Se calcula mediante la ecuación: $S = 365 \bullet Q / (10 \bullet C_h)$. Esta expresión permite calcular la superficie en ha, en función del caudal medio diario de aguas residuales a tratar (m^3 / d) y la carga hidráulica (mm / año).

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

CEDEX-CENTA. 2010. Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

www.aguapedia.org

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Supuesto de 1000 h.e., costes anuales.

Inversión de capital: 39.875 euros.

Costo de operación: 9.695 euros.

BANCO PRECIOS.

Junta de Andalucía, 2010.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

PROYECTOS INVESTIGACIÓN.

La inclusión de la dimensión económica de la Evaluación de Impacto Ambiental. Asociación Argentina de Economía Agraria. 2011.

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Lebrato Martínez, J., Pozo-Morales, L. 2011. *Manual de tecnologías no convencionales para la depuración de aguas residuales.Tratamientos convencionales y posibles del agua.* Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía

WEBS.

www.aguapedia.org

www.pecc.org

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Figura 2. Filtro Verde Eucaliptos, detalle alimentación. PECC, Centa 2009.



Figura 3. Filtro Verde Chopos. PECC, Centa 2009.

— Arenas del Rey, Granada.
— Cuevas de Almanzora, Almería.

AR-18

INFILTRACIÓN RÁPIDA

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

INFILTRACIÓN RÁPIDA.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

RAPID INFILTRATION.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Definición, composición y forma de funcionamiento:

Sistema de depuración de aguas residuales, tratamiento secundario extensivo, que usa el suelo como elemento depurador. El agua residual pretratada se aplica intermitentemente sobre balsas superficiales poco profundas construidas en suelos de permeabilidad media a alta. La capacidad de infiltración oscila entre 10-60 cm/día.

La alternancia de las balsas en operación permite mantener en condiciones de aerobiosis las primeras capas del sustrato filtrante. Deben alternarse periodos de inundación y de secado, para permitir la regeneración aerobia de la zona de infiltración y mantener la máxima capacidad de tratamiento. Al secarse la superficie se activa la descomposición de la materia orgánica y la desnitrificación. Al volver a inundar, el nitrato formado sufre lixiviación hasta que encuentra las condiciones anaerobias para la desnitrificación.

La depuración se produce mediante procesos físicos, químicos y biológicos, al atravesar el agua residual urbana la zona no saturada. Las aguas infiltradas pasan al acuífero subyacente o a aguas superficiales.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

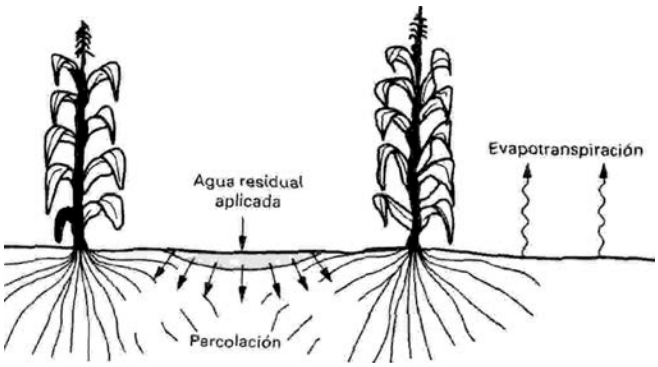


Figura 1: Esquema de infiltración rápida. (CENTA, 2002).

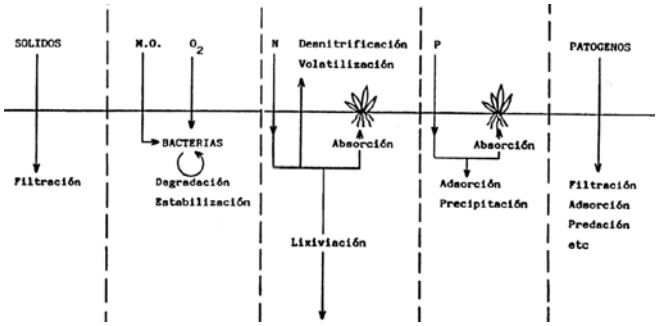


Figura 2. Esquema de procesos de infiltración rápida. (CENTA, 2002)

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Se necesita una superficie de entre 1-22 m2/h.e.

— Se debe evitar un gran contenido de arcilla o lima en el último estrato del área de infiltración dado que pueden segregarse, distribuirse por la superficie e impedir el futuro movimiento del agua.

— La pendiente del terreno no debe superar el 20%.

— Las tasas de evaporación en balsas son de 0,6 m/año en regiones frías y > 2 m/año en las áridas.

— Vida útil: 10 años.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Carga hidráulica, caudal medio de aguas residuales, permeabilidad del suelo, concentración de nitrógeno en el agua percolada.

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Carga hidráulica: C_H (mm/año) = V_i • F_a • D_o • 24 (h/d); siendo V_i la velocidad de infiltración expresada en mm/h, F_a un factor de aplicación y D_o los días de operación al año.

— Factor de aplicación (F_a).

Método de medición en campo	F_a (con respecto a la velocidad de infiltración mínima medida
Ensayo de infiltración en balsas	10-15%
Infiltrómetro y permeámetro con entrada de aire	2-4%
Conductividad hidráulica vertical	4-10%

— Tiempo de permanencia del agua en las balsas de almacenamiento: 18 horas.

— Balsas de almacenamiento: 40x40 m en la superficie y 35x35 m en las bases. La inclinación de los taludes es del 66% y la profundidad de 2m. Las balsas de dividen a su vez en dos semibalsas.

— El reparto de las aguas sobre el área filtrante se realiza mediante tuberías de PVC de 90 mm de diámetro.

— Toma de muestras de efluentes lixiviados. Supone instalar un pozo de 1,5m de diámetro y una profundidad de 3m.

— Ciclos típicos de los sistemas de infiltración rápida:

Objetivo del ciclo de recarga	AR aplicada	Estación	Periodo de aplicación (días)	Periodo de secado (días)
Maximización de velocidades de infiltración.	Primaria	Verano	1-2	5-7
		Invierno	1-2	7-12
	Secundaria	Verano	1-3	5-4
		Invierno	1-3	5-10
Maximización de la eliminación de nitrógeno.	Primaria	Verano	1-2	10-14
		Invierno	1-2	12-16
	Secundaria	Verano	7-9	10-15
		Invierno	9-12	12-16
Maximización de la nitrificación.	Primaria	Verano	1-2	5-7
		Invierno	1-2	7-12
	Secundaria	Verano	1-3	4-5
		Invierno	1-3	5-10

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

CEDEX-CENTA. 2010. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

www.aguapedia.org

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Para una población de 1.000 habitantes:

— Coste de construcción de obra civil: 26.142,4 euros.

— Costes de operación y mantenimiento: 2.729,33 euros / año.

BANCO PRECIOS.

Junta de Andalucía 2010.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

PROYECTOS INVESTIGACIÓN.

Guía para la Selección de Tecnologías de Depuración de Aguas Residuales por Métodos Naturales. Universidad Técnica Particular de Loja (Ecuador).

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Pozo-Morales,L., Lebrato Martínez, J. 2011. *Manual de tecnologías no convencionales para la depuración de aguas residuales. Tratamientos convencionales y posibles del agua.* Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía.

IGME, 2013. *La depuración de aguas residuales urbanas de pequeñas poblaciones mediante infiltración directa en el terreno.* Publicaciones del Instituto Geológico y Minero de España.

WEBS.

www.aguapedia.org
www.aguasresiduales.info

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.

— Dehesas de Guadix, Granada.

— Mazagón, Huelva.

AR-19

ESCALERA DE OXIGENACIÓN

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

ESCALERA DE OXIGENACIÓN.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

AERATION STAIR.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Sistema de aireación por gravedad que aprovecha la energía potencial para introducir oxígeno en el agua sin necesidad de ningún aporte de energía externo. Consiste en una serie de cajones llenos de agua dispuestos de forma escalonada. Aumenta la concentración de oxígeno disuelto en agua residual o tratada sin gasto energético. El agua cae por gravedad de un escalón a otro, arrastrando aire de la atmósfera e introduciéndolo en el agua. De esta forma, parte del oxígeno presente en el aire se transfiere al agua y la concentración de oxígeno aumenta. Paralelamente, se puede conseguir una reducción de metales disueltos que al oxidarse con el oxígeno introducido precipitan, y de gases como CO2, CH4, H2S u otros orgánicos volátiles por arrastre.

Actualmente, la aireación por gravedad se usa con diferentes fines, como el aumento de oxígeno disuelto en efluentes de depuradoras (post-aireación), ambientes naturales y estanques de acuicultura y la eliminación de metales disueltos (principalmente el hierro) y gases en aguas de consumo humano.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

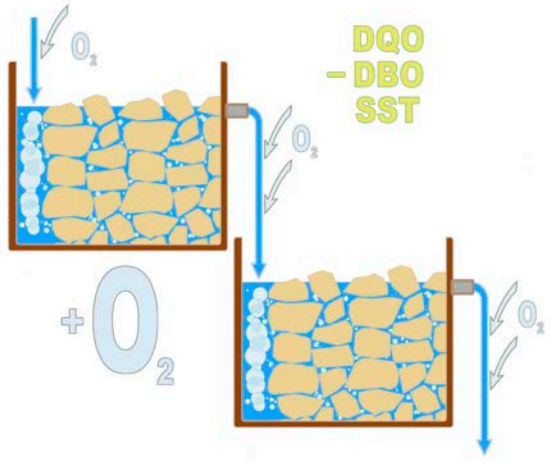


Figura 1: Esquema escalera de oxigenación (Grupo TAR, 2012)

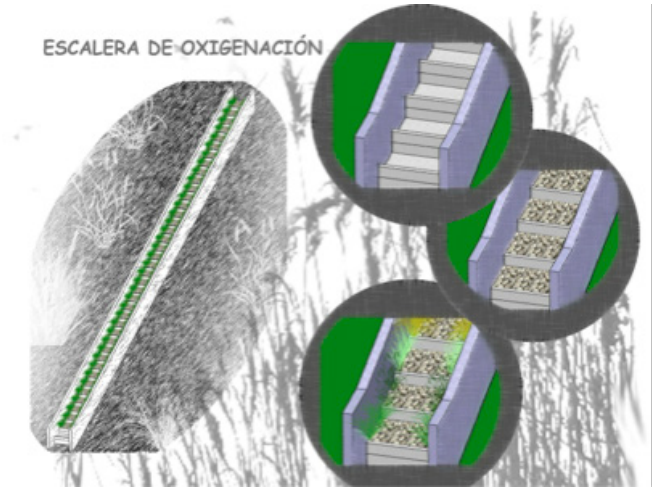


Figura 2: Escalera de oxigenación (Grupo TAR, 2011)

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Adaptar la estructura a la pendiente existente (mínimo un 25%), pudiendo ir apoyada en la superficie o excavada.

— La relación óptima para optimizar la oxigenación entre la altura del salto (distancia entre el vertedero y la superficie del agua del cajón inferior) y la profundidad del agua retenida en el escalón inferior es de 3 a 2.

— Para evitar que el agua en su caída se desvíe y resbale por las paredes perdiendo eficacia de oxigenación, se pueden instalar algunos caños que concentren el caudal en uno o pocos puntos y lo dirijan directamente al cajón inferior, así como cortavientos artificiales o vegetales en los laterales que eviten que el viento modifique la trayectoria.

— Cajones cuadrados o rectangulares adaptados a la pendiente. El lado más largo no debe exceder 1 metro, esta medida facilita tanto la construcción como el mantenimiento.

— La altura del salto, desde el vertedero hasta la superficie del agua del cajón inferior, debe ser entre 20 y 50 cm.

— Estructura de obra, de hormigón o ladrillos revocados o módulos prefabricados de hormigón o de plástico.

MANTENIMIENTO.

— Al no contener elementos o piezas complejas, el sistema requiere un mantenimiento mínimo.

— Revisar y retirar los posibles deshechos como papeles, plásticos u hojas que caigan con cierta asiduidad.

Retirar los sedimentos que vayan acumulándose en el fondo de los cajones y en el vertedero; esto tendrá más o menos periodicidad en función de dónde se ubique la escalera, ya que estará más o menos cargada de partículas sedimentables, más después de un tratamiento primario y menos con aguas para vertido o reutilización.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

En función del terreno, manteniendo cajones lo más cúbicos posible con una arista menor de 1 metro y un salto de entre 20 y 50cm; a partir de ahí se calcula la concentración de oxígeno disuelto que se puede obtener.

Las mismas fórmulas valen para calcular el número de saltos óptimo para una altura determinada o la altura y número de saltos necesarios para alcanzar la concentración requerida.

PREDIMENSIONADO.

Altura del salto (h): h = H/n (m),(H = desnivel total, n = número de saltos).

Eficiencia de un salto (K): K = a·(1+0,046·T)·h

a = 0,45 agua limpia, 0,36 salida de tratamiento secundario, 0,29 salida de tratamiento primario.(T = Temperatura (ºC)).

Concentración de oxígeno disuelto en escalón n (C_n): $C_n = C_s - (C_s - C_o)\cdot(1-K)^n$

C_s = Concentración de saturación de oxígeno a temperatura T (mg/l)

C_o = Concentración de oxígeno disuelto de entrada al sistema

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

Alpaslan, B. Universidad de Marmara, Estambul (Turquía). Enlace.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

PROYECTOS .

"Tratamiento de aguas residuales servidas con escaleras de oxigenación en pequeñas comunidades campesinas de la Sierra Peruana: Caso de las comunidades Huaccoto y Kircas". PF Máster Ingeniería del Agua, Grupo TAR.

"Sistema Escalonado de Tratamiento de Aguas Residuales", PF Máster Ingeniería del Agua, Grupo TAR.

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Butts, T.A 1988. "Development of design criteria for sidestream elevated pool aeration". Illinois Department of Energy and Natural Resources.

Aras, E. and Berkun, M. 2012. Effects of tailwater depth on spillway aeration".

"Fundamental development and the design of an efficient cascade aerator". A.D. Talib, A. Yusoff, A. Shahrir R. Roslina Aida.

"Study of Aeration Efficiency at Weirs". 1999. Ahmet Baylar, Tamer Bagatur

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.



Figura 3: Aplicación de escalera de oxigenación. Comunidades campesinas Huaccoto y Kircas (Perú) (Luna, C. Máster en Ingeniería del agua posible. Grupo TAR, 2008.

AR-20

FILTROS DE ARENA

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

FILTROS DE ARENA.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

SANDS FILTERS.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Tratamiento terciario consistente en filtros de arena poco profundos (0,6 - 1,1 m), con un sistema superficial de agua a tratar y un drenaje inferior para la recogida del agua tratada. La mayor parte del tratamiento bioquímico ocurre en los primeros 15 cm. Las aguas atraviesan verticalmente el filtro sobre el que se desarrolla una película bacteriana, sin saturar y en condiciones aerobias.

En este sistema se dan tres mecanismos básicos:
— Filtración en la superficie del filtro, donde queda la mayor parte de la materia en suspensión.
— Adsorción de los contaminantes solubles y coloidales sobre la biopelícula formada.
— Oxidación de la contaminación retenida y adsorbida, realizada por la biomasa adherida a las partículas del material filtrante.

Dos tipos de filtros de arena:
— Sin recirculación. Las aguas atraviesan el sustrato filtrante una única vez, de arriba abajo.
— Con recirculación. El filtro tiene una granulometría más grande. Una fracción de los efluentes depurados se conducen a un depósito de recirculación, donde se mezclan los efluentes del tratamiento primario y se diluyen con las aguas aplicadas al filtro.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

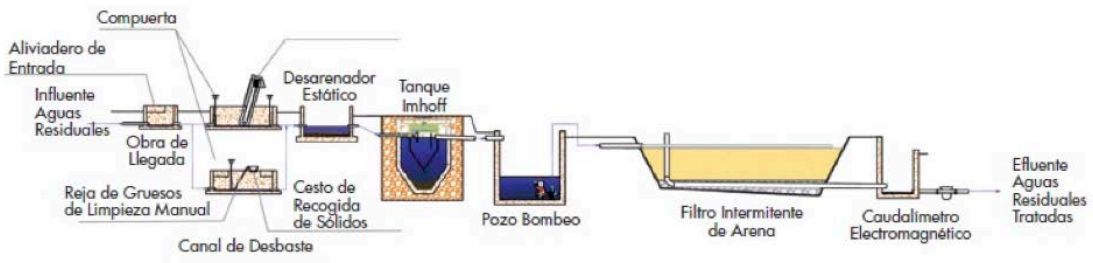


Figura 1. Diagrama de flujo de un filtro de arena sin recirculación para 200-500 h.e. (CEDEX, 2010)

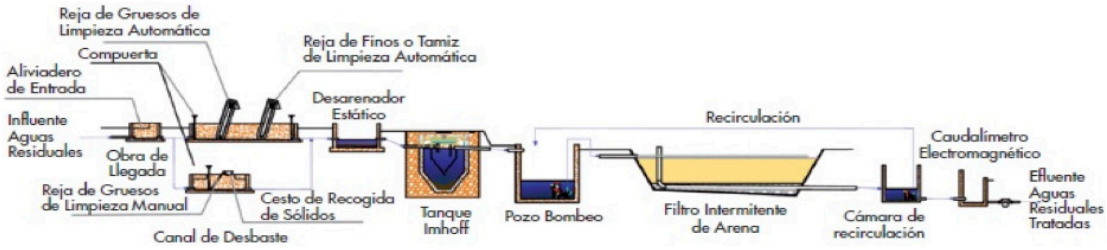


Figura 2. Diagrama de flujo de un filtro de arena con recirculación para 1.000-2.000 h.e. (CEDEX, 2010).



Figura 3. Filtro de arena en PECC (Sevilla). Fuente: aquaberri.com

CLASIFICACIÓN:

1.2. FILTRO DE ARENA CON RECIRCULACIÓN.

1.2. FILTRO DE ARENA CON RECIRCULACIÓN.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Para 50-200 h.e.: Requiere pretratamiento con reja de gruesos de limpieza manual como by-pass.

— Para 200-500 h.e.: un doble canal con una reja de gruesos de limpieza manual (como by-pass).

— Para 500-1.000 h.e.: como el anterior más una reja de finos de limpieza automática tras la de gruesos.

— La entrada al sistema de filtros se hace mediante tuberías perforadas de 32 mm de diámetro, conectadas a la parte superior de la tubería de distribución con una separación entre ellas de 0,6m.

— Las tuberías de salida del sistema son de 100 mm de diámetro, con las ranuras de salida hacia arriba.

MANTENIMIENTO.

— Inspecciones rutinarias. Evacuación de residuos en la reja de desbaste y desarenadores, y de los fangos generados en el tratamiento primario. Comprobación del funcionamiento del sifón y de la recirculación. Rastrillado de filtros. Mantenimiento de la obra civil y de la ornamentación vegetal implantada. Control de roedores, insectos, etc.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Caudales medio, mínimo y máximo a tratar, DBO5 a la entrada y a la salida del sistema de las aguas a tratar.

Superficie requerida para implantación (50 < h.e < 950):

— Urbanización de la parcela en la que se ubica la estación de tratamiento con viales de zahorra compactada de 2 m de ancho,

— Implantación de un pequeño edificio de mantenimiento en las instalaciones mayores de 500 h.e.

Sin recirculación Superficie (m^2)=15,776· $h.e^{-0,212}$

Con recirculación Superficie (m^2)=19,348· $h.e^{-0,355}$

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Parámetros de diseño básico:

Parámetros	Filtro sin recirculación	Filtro con recirculación
Carga orgánica (g DBO_5/m^2d)	24	48-72
Carga hidráulica (l/m^2d)	40-80	120-200
Frecuencia de dosificación (nºd)	12-24	48
Relación de recirculación (nº de veces el caudal diario)	-	3-5

REFERENCIAS PARA DIMENSIONADO.

CEDEX-CENTA. 2010. *Manual para la implantación de sistemas de depuración en pequeñas poblaciones.* Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino. ISBN: 978-84-491-1071-9.

COSTES:

COSTE UNITARIO.

Costes de implantación a partir de un diseño básico:

— Coste sin recirculación: Coste (euros)=918,93 · $h.e^{-0,266}$

— Coste con recirculación: Coste (euros)=1493,58 · $h.e^{-0,403}$

BANCO PRECIOS.

Junta de Andalucía 2012

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

Lebrato, J.,Pozo-Morales, L. 2011. *Tratamientos convencionales y posibles del agua*. Escuela Internacional de Ingeniería del Agua de Andalucía. ISBN 978-84-615-4726-5

WEBS.

www.aguapedia.org

AR-21

REACTOR BACCOU

OTRAS DENOMINACIONES EN CASTELLANO:

REACTOR BACCOU.

TÉRMINOS EN INGLÉS:

BACCOU REACTOR.

DESCRIPCIÓN FUNCIONAL:

Sistema extensivo de tratamiento terciario de aguas residuales que consiste en un depósito o laguna herméticamente cerrada en la que la luz solar incide sobre su superficie horizontal, provocando la aparición de microalgas que se alimentan de la materia orgánica presente en el agua y mediante la fotosíntesis, eliminan el CO2, incrementándose de manera natural la cantidad de oxígeno en el agua, que queda retenido en la misma gracias a la hermeticidad del sistema. Una vez superado el límite de saturación del oxígeno se producirán nuevas formas reactivas del oxígeno (hidroxilos), que inciden en la desinfección del agua.

La biomasa muerta se deposita en el fondo del depósito y el agua tratada se extrae de la parte superior. El agua del efluente queda libre de patógenos y sobreoxigenada.

DESCRIPCIÓN GRÁFICA:

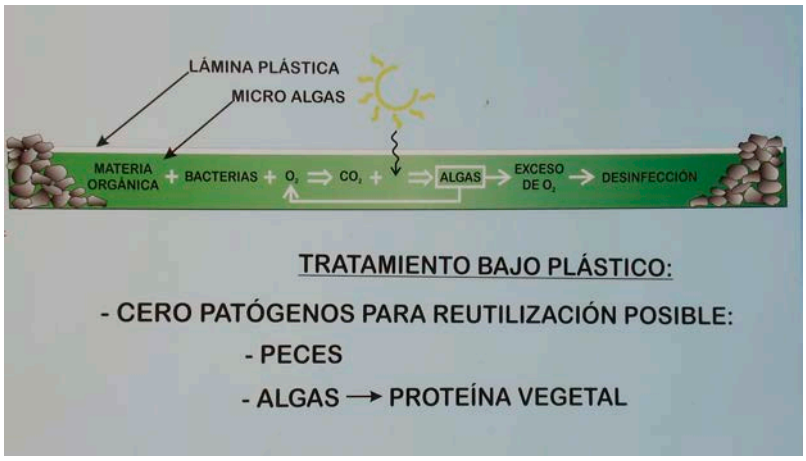


Figura 1. Esquema de funcionamiento de reactor Baccou.

RECOMENDACIONES :

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN.

— Impermeabilización del terreno con una lámina de plástico
— Excavado de laguna con paredes rectas y poca profundidad (< 0,5 m)
— Disposición de lámina plástica transparente a la radiación UV sobre la lámina de agua una vez lleno el tanque
— Sellado del sistema.

MANTENIMIENTO.

— Inspección diaria del buen estado del plástico transparente de sellado.
— Limpieza de la lámina de plástico transparente para una mayor incidencia de los rayos del sol.

DIMENSIONADO:

PREDIMENSIONADO.

Datos previos: Caudales de agua a tratar (caudal medio y máximo), tiempo de retención del agua.

MÉTODO DE CÁLCULO.

— Tiempo de retención: 8 días. Al séptimo día el agua debe haberse tornado de color verde debido a las microalgas.
— Profundidad < 0,5 m para asegurar que la radiación solar incida en todos los puntos del tanque.

RECURSOS ESPECÍFICOS:

BIBLIOGRAFÍA ESPECÍFICA.

MORENO MARÍN, Alberto. *Fotobiorreactor cerrado como método de depuración de aguas residuales urbanas.* Tesis doctoral. 2008.

WEBS.

www.aguapedia.org

EJEMPLOS DE APLICACIÓN.





Figura 2. Planta Experimental de Carrión de los Cépedes (PECC), Sevilla.

Figura 3. Imagen de un rector Baccou, Campos experimentales EIA. Complejo Educativo J.M.BlancoWhite. (Grupo TAR, 2012)

A.5. EJEMPLOS DE BUENAS PRÁCTICAS (BP).

A.5.1 PROYECTOS INTEGRALES (BP/INT):

- BP/INT- 1: Artheton Garden Melbourne.
- BP/INT- 2: Beddington Zero Energy Development (BedZED).
- BP/INT- 3: Ekostaden Augustenborg de la Ciudad de Malmö.
- BP/INT- 4: Ecociudad de Sarriguren.
- BP/INT- 5: Ecobarrio de Trinitat Nova: Propuesta sostenibilidad urbana.

Volver al índice

BUENAS PRÁCTICAS BP/INT-1

ARTHETON GARDEN MELBOURNE

ÓRGANO PROMOTOR: Gobierno de Australia.
FINANCIACIÓN: Dato no disponible.
PERIODO DE EJECUCIÓN: 2005-2006.
AGENTES IMPLICADOS: Administración municipal, Comunidad de vecinos.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

Atherton Gardens es una urbanización de vivienda pública construida en los años 70. Antes de la remodelación, el barrio disponía de un solar vacío degradado con escasos arbustos que generaba problemas de seguridad. El proyecto supuso una reconversión del paisaje, incorporando cuatro sistemas de diseño urbano adaptados a la buena gestión del agua, y un modelo de jardín basado en el uso de plantas con requisitos bajos de agua (xerojardinería).

OBJETIVOS:

Integrar el jardín en el barrio y hacerlo más habitable, para que los residentes pueden contar con espacios al aire libre que transmitan bienestar social. Incorporar el diseño sostenible con el medio ambiente e incluir el patrimonio natural en las zonas públicas del barrio.

PROCESO DESARROLLADO:

Durante la remodelación tiene lugar la participación de los vecinos del barrio a través de sesiones de información y consulta. A su vez, se desarrolla un plan para motivar a los inquilinos a utilizar detergentes ecológicos, menos perjudiciales para el riego del jardín, dado que éste se regiega con aguas regeneradas.

Se lleva a cabo un estudio pormenorizado sobre la vegetación más adecuada con baja demanda de agua y que sea capaz de adaptarse a la carga de agua que los usos del edificio pueden ofrecerles.

RESULTADOS:

Con respecto a la gestión del agua el proyecto incorpora:

— Instalaciones de aprovechamiento del agua de lluvia para riego, en la que el agua se destina directamente a las raíces de las plantas por goteo, evitando cualquier tipo de pérdidas.

— Zonas de biorretención-jardines de lluvia, que a través de vegetación adecuadamente seleccionada y un suelo preparado permiten un tratamiento efectivo de la escorrentía.

— La mejora de la calidad del agua de escorrentía y la creación de un elemento atractivo para el paisaje. La escorrentía del agua de lluvia procedente de un aparcamiento se recoge por un sistema de bajantes cuyas salidas en la base del edificio se desvían hacia un separador de grasas, seguido de un swale (canal vegetado) de 55 m y un sistema de biorretención con suelo arenoso, que evacúa finalmente en un colector de aguas pluviales.

— Las aguas grises de lavanderías comunitarias ubicadas en cada planta de cada bloque se desvían a un sistema compuesto por un filtro de pretratamiento, un tanque de detención y un humedal subsuperficial, que actúa como el sistema de tratamiento y forma un elemento carac-

terístico del paisaje. Se prevé que en el futuro, el agua almacenada ofrezca un recurso continuo para el riego de los jardines, aunque en la actualidad no existe un sistema de monitorización que permita garantizar la calidad del agua y por tanto el cumplimiento de la normativa.

— Xerojardinería, la remodelación de los jardines bajo el uso de plantas xerófilas, mejora el paisaje y disminuye el uso del agua para su mantenimiento.

Rendimiento del sistema: reducción de la demanda de agua potable para riego en 2500 m3/año. Además, el sistema de tratamiento de aguas pluviales elimina unos 250 Kg de sedimentos al año, que se evita alcancen el sistema de saneamiento.

Existe además desde los años 80 un huerto urbano comunitario Fitzroy Community Garden en el que el vecindario cultiva sus propias verduras de temporada y puede prepararlas y cocinarlas en un horno. El jardín de la comunidad es un ejemplo de la agricultura urbana orgánica. Cada parcela individuo es único, lo que refleja la diversidad de los miembros de jardín que provienen de todo el mundo; incluyendo el sudeste de Asia, el Cuerno de África y Oriente Medio.

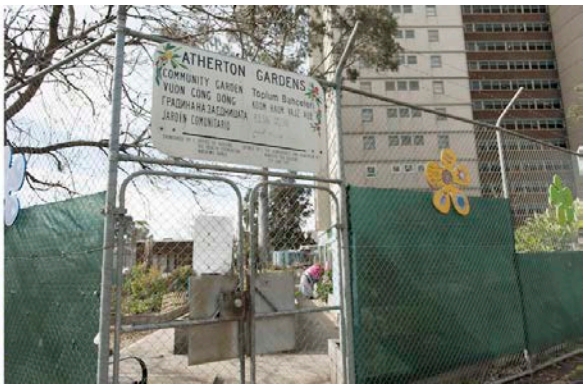
IMÁGENES:











Créditos:

Parque central: fitzroyresidents.org - Parque central: wallbrink.com.au / Almacenamiento pluviales: wallbrink.com.au / Huertos vecinales: wallbrink.com.au

BIBLIOGRAFÍA:

Diaper, C., Tjandraatmadja, G., y Kenway, S., (2007): *"Sustainable Subdivisions - Review of technologies for integrated water services".*

Meridyth, D., y Thomas, J., (2007): *"Social enterprise and aspiration: Atherton Gardens and the E-ACE network"*, First Monday. Peer-Reviewed Journal on the internet, volume 12, number 9, September. Enlace.

Fitzroy Community Garden (Atherton Garden State). Enlace.

BUENAS PRÁCTICAS BP/INT-2

BEDDINGTON ZERO ENERGY DEVELOPMENT (BEDZED)

ÓRGANO PROMOTOR: Peabody Trust.
FINANCIACIÓN: Dato no disponible.
PERIODO DE EJECUCIÓN: 2000-2002.
AGENTES IMPLICADOS: Peabody Trust, Bioregional, ZEDfactory Architects, Grupo Arup Limited.
WEB: Peabody.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

Beddington Zero Energy Development (BedZED) es un conjunto residencial de Energía Cero ubicado en Hackbridge, (Londres), con espacios destinados a actividades económicas y servicios comunitarios que conforman un entorno ecológico y de alta eficiencia energética. El proyecto responde a la necesidad de nuevas viviendas sociales y ha reconvertido 1,6 hectárea de terrenos baldíos de una antigua depuradora abandonada, en un ejemplo atractivo y asequible de vivienda sostenible.

La ecoeficiencia de BedZED supone que todo el barrio sea casi autosuficiente en términos de energía eléctrica y de consumo de agua. La integración de una instalación de recogida de las aguas pluviales junto a un sistema de tratamiento de las aguas residuales in situ, del tipo living machine[1], ha permitido una notable reducción de la demanda de agua potable.

El proyecto del BedZED presta especial atención a los aspectos del confort interior de las viviendas, recurriendo a un sistema de ventilación natural de los espacios y seleccionando materiales para los acabados interiores que no emiten sustancias nocivas para los individuos.

OBJETIVOS:

Crear un área residencial que persiga el principio Zero Energy Development, es decir, el consumo cero de energías fósiles (carbón, gas y petróleo) a través del empleo de estrategias solares pasivas, el uso inteligente del clima, el empleo de materiales reciclados y un uso responsable del agua.

PROCESO DESARROLLADO:

El hecho de que el terreno hubiera sido previamente ocupado por una antigua planta depuradora, significó la oportunidad de rehabilitar lo que en inglés se conoce como Brownfield (área industrial baldía con carga contaminante en sus suelos).

Una importante pauta del proyecto es la utilización de manera preferente de materiales de construcción de kilómetro cero y el empleo de materiales reciclados. Esto ayudó a reducir los impactos ambientales del transporte y benefició a la economía local y regional.

PRINCIPALES RESULTADOS:

La principal fuente de generación de electricidad son los 777 m2 de paneles solares fotovoltaicos instalados en las azoteas de las viviendas, que permite a sus habitantes prescindir casi por completo del tendido eléctrico convencional. Un calentador especial de biomasa asegura la calefacción de Bedzed. Esta unidad funciona por combustión de virutas de madera, a razón de 850 toneladas al año.

Un sistema de chimeneas, funcionando exclusivamente con energía eólica, asegura la ventilación de las viviendas y garantiza así una buena renovación del aire interior. La altura de las chimeneas, en forma de capuchas con tejadillos muy coloreados, simboliza el proyecto BedZED.

La eco-aldea también ahorra agua, mediante la recogida, el tratamiento y su posterior utilización del agua de lluvia. Para llegar a reducir el 50 % el consumo de agua con relación a la media nacional (150 l/p/d), en BedZED se han dado soluciones como:

— Instalación de dispositivos ahorradores de agua en los hogares, con electrodomésticos eficientes (lavadoras, lavavajillas), cisternas de bajo consumo y reductores de caudal en duchas.
— Planta de tratamientos de agua residuales "Living Machine", combinación innovadora de los enfoques tradicionales y modernos para el tratamiento de aguas residuales, consistente en una planta de lodos activados con aireación extendida. El proceso consta de dos tanques sépticos subterráneos en línea, seguido de una serie de tanques de tratamiento que tratan el agua biológicamente.

Está previsto que el 18 % del consumo diario de Bedzed provenga de la utilización del agua de lluvia (recogida de los tejados, calles y aceras), reciclada en la planta de tratamientos y almacenada en tanques de almacenamiento colocadas bajo las viviendas. Este agua se utiliza para el inodoro y riego del jardín.
— La incorporación de gravas en el revestimiento de la superficie de los aparcamientos, con el fin de minimizar la escorrentía.
— La distribución a todos los residentes de una guía que contiene consejos para reducir el consumo de agua en los hogares y anima a la población a adoptar buenos hábitos de selección de los residuos.

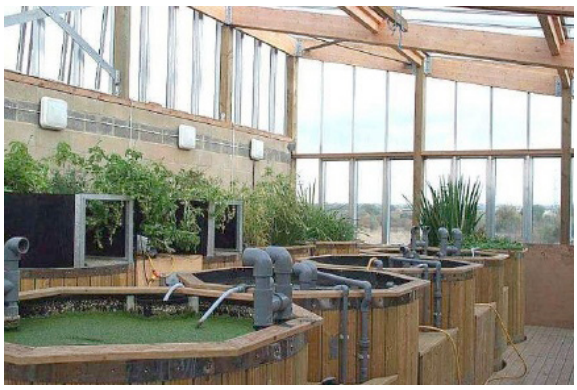
El proyecto recibió en 2002 el Premio Internacional Energy Globe Award que reconoce BedZED como el ejemplo más importante de la energía sostenible en la construcción y la vivienda. Fue finalista de los Premios Stirling en 2003, los premios a los diseños arquitectónicos más importantes del Reino Unido.

IMÁGENES:

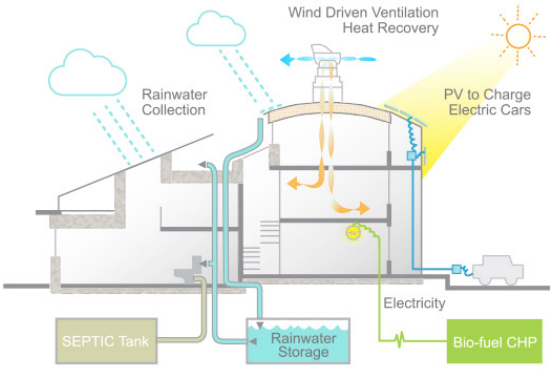












Créditos:

Ecociudad de BedZED y calle de BedZED: Wikipedia / Cubiertas verdes Urban magazine (2014): A model of philanthropy the housing legacy of george peabody / Estructura de la vivienda: The Chinese University of Hong Kong: The UK's Prototype Eco-Community / Living machine: Slideshare.net

NOTAS:

1.- Living Machine: sistema ecológico de tratamiento de aguas residuales diseñado para imitar los procesos naturales de depuración.

BIBLIOGRAFÍA:

Energy Cities (2005): *"A collection of case studies demonstrating exemplar 'sustainable community' projects across Europe"*. Enlace.

Leyva, D., (2013): *"Londres, BedZED: en busca del balance perfecto con el medio ambiente"*, Revista digital Vector de la Ingeniería Civil. Especial Vivienda, México. Enlace.

Urbarama, Atlas of Architecture (2009): *"BedZED, Beddington Zero Energy Development"*, Enlace.

WEBS:

- BioRegional:
  - "BedZED, Eco Community, Innovative Construction", Enlace.
  - "BedZED - The need for sustainable communities", Video, Enlace.

- Zero Energy Development-ZeddFactory: "La estrategia de ZEDfactory para reducir la huella ecológica", Portafolio de Proyectos, Enlace y enlace.

BUENAS PRÁCTICAS BP/INT-3

EKOSTADEN AUGUSTENBORG
CIUDAD DE MALMÖ

ÓRGANO PROMOTOR: Gobierno de Suecia.
FINANCIACIÓN: Programa de Inversiones para la transformación ecológica.
PERIODO DE EJECUCIÓN: El proyecto comenzó en 1998 y continúa en la actualidad.
AGENTES IMPLICADOS: Vecinos, Empresa de agua, Malmö City & la empresa de vivienda MKB, y otras empresas.
WEB: Malmö Stad, enlace y enlace.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El Distrito de Augustenborg en Malmö es el ámbito de aplicación de un Programa de Renovación Urbana en el que se aplica la estrategia de Ekostaden (Ecociudad), abordando la zona como un todo integrado para transformarla en un distrito ecológico. Se trata de una zona castigada por el desempleo y las inundaciones estacionales debido a un inadecuado sistema de drenaje, que a su vez provocan una alta tasa de problemas de salud.

El proyecto hace uso de las infraestructuras y los edificios existentes, remodelándolos y aplicándoles unas avanzadas y estrictas normas ambientales, tanto en términos de eficiencia energética como en el uso de materiales sostenibles.

En el proyecto se incorporan además de los sistemas para la mejora del drenaje urbano, otras estrategias de sostenibilidad como los centros para el reciclaje de basuras, cubiertas vegetales, sistemas de energías renovables, etc.

OBJETIVOS:

Permitir a los residentes liderar el proceso de toma de decisiones, a través del diseño e implementación de propuestas que creen un barrio más social, económica y ambientalmente sostenible. Como objetivos concretos, el proyecto busca reducir los impactos de las inundaciones en la Ecociudad y atajar los problemas de desempleo existentes.

PROCESO DESARROLLADO:

El programa asigna una enorme prioridad al trabajo con los residentes locales en este proceso, así como con a una serie de actores interesados de los sectores público y privado. Los talleres comunitarios, las sesiones formales de información sobre el diseño, los eventos culturales y las charlas informales que acontecían en las esquinas de la ciudad, ayudaron a modelar una nueva vecindad con espacios públicos, cafés y actividades gestionados por la misma comunidad.

Se trata de un proyecto que no se plantea una fecha fija de conclusión, sino la consecución de un proceso que sigue evolucionando, construyendo sobre las lecciones del pasado e impulsando nuevos conceptos para el desarrollo urbano sostenible.

RESULTADOS:

— Como resultado directo del proyecto se han creado tres nuevas cooperativas locales: Watreco –que trabaja en el mantenimiento del sistema de gestión de agua de lluvia-, el Instituto Techo Verde, y Skåne. Como resultado general del proyecto, las elevadas tasas de desempleo

en el distrito han caído significativamente. Finalmente, aunque la calidad de vida en los apartamentos de Augustenborg ha aumentado, los alquileres no han subido mucho, y el problema de abandono de las viviendas ha sido reemplazado por un nuevo sentido de orgullo tanto en los residentes nuevos como en los más antiguos.

— El proyecto ha incorporado un sistema abierto de gestión de agua de lluvia, en cuyo diseño han participado los residentes locales, que incorpora canales de flujo y recolección de agua. Estos canales, combinados con las cubiertas verdes, han frenado eficazmente las inundaciones en la zona, además de aumentar la biodiversidad y dar a Augustenborg un aspecto atractivo único. Existe un total de 6 km de canales artificiales y naturales de agua en Augustenborg, que recogen un 90% de la escorrentía de agua lluvia de techos y otras superficies duras.
Como actuación singular encontramos la de las cubiertas vegetales, siendo el primer jardín botánico del mundo construido en un tejado, con una zona de demostración de unos 9.000 m2 en la que se muestra el hábitat local y que ayuda a retener el agua lluvia.

El espacio verde total en la Ecociudad ha aumentado en un 50% desde el inicio del proyecto, atrayendo pequeños animales silvestres y aumentando la biodiversidad en un 50%. Adicionalmente, todas las nuevas construcciones tienen cubiertas verdes, que cubren una superficie de 2.100 m2, entre las que se incluyen las propiedades de MKB (Malmö Housing Company) y los edificios públicos.

— Contadores de agua individuales. Permiten controlar el uso del agua por parte de los usuarios, así como importantes ahorros energéticos al disminuir el consumo de agua caliente, que es la responsable de la tercera parte del consumo energético en las viviendas.

Durante la celebración del Día Mundial del Hábitat de las Naciones Unidas en el 2010 se le entregó el Premio Mundial del Hábitat, que reconoce soluciones de vivienda innovadoras y sostenibles, a la Ciudad de Malmö, a Malmö Kommunala Bostadsbolag (MKB), y a la compañía constructora de las viviendas por el proyecto Ekostaden (Ecociudad) Augustenborg.

IMÁGENES:











Créditos:

The Urban Report: Welcoming water (part 2): how open storm water management works· Enlace.

1- Cubiertas Verdes. 2- Captación de pluviales. 3- Estanque de detención. (o variedad de estanques).

4- Estanque de retención. 5- Canales abiertos de pluviales. 6- Canales abiertos de pluviales. Detalle.

BIBLIOGRAFÍA:

Malmo Stad: PDF Archive on sustainability in Malmö. Enlace.

- (2002): *"Echoes of Tomorrow"*, Enlace.
- (2013): *"Ekostaden Augustenborg. On the way towards a sustainable neighbourhood"*. Enlace.

Tarrida i Llopis, M. 2010). *"Aprender sobre las cubiertas verdes urbanas a través del caso Augustenborg. Tesis de Máster en Arquitectura y Sostenibilidad".* Universidad Politécnica de Catalunya. Enlace.

WEBS:

- World Habitat Awards (s/f): *"Informe de Ecociudad Augustenborg, Suecia. Ganador del Premio Mundial del Hábitat de 2010"*. Enlace.

- Visita a Ekostaden Augustenborg, (2011): Vídeo. Enlace.

BUENAS PRÁCTICAS BP/INT-4

ECOCIUDAD DE SARRIGUREN

ÓRGANO PROMOTOR: Departamento de Medio Ambiente, Ordenación del Territorio y Vivienda del Gobierno de Navarra 1998 y el Ayuntamiento del Valle de Egüés.
FINANCIACIÓN: Dato no disponible.
PERIODO DE EJECUCIÓN: 1998-2004.
AGENTES IMPLICADOS: Empresa "Taller de Ideas" & Sociedad Pública NASURSA.
WEB: Enlace.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

La Ecociudad de Sarriguren se plantea como respuesta a la escasez de vivienda y su elevado precio a través de una intervención pública, siguiendo criterios de arquitectura y urbanismo bioclimáticos. El proyecto está basado en los principios del llamado EcoUrbanismo, en el que se plantea el medio natural como soporte del modelo urbano, la preservación de la estructura de núcleos rurales de la comarca, la diversidad de tipologías arquitectónicas y la gestión responsable de los recursos y residuos urbanos, incluyendo la gestión del ciclo completo del agua. Asimismo, en su diseño urbanístico se tiene en cuenta el transporte urbano y la integración de las áreas de empleo y residencia.

Uno de los elementos esenciales que contribuyen a la calidad ambiental de la Ecociudad de Sarriguren es el Sistema verde y azul. Se trata de un conjunto de elementos interrelacionados que generan un entorno urbano en sintonía con la naturaleza del entorno, integrando el corredor verde del río Agra y otros cursos fluviales, así como las propuestas de lago, de sistema de parques y jardines, y la denominada "malla blanda", una auténtica red alternativa de transporte y movilidad compuesta por caminos peatonales y ciclistas y que permite las conexiones internas dentro de la Ecociudad, facilitando la continuidad de la red de caminos y paseos procedentes de la ciudad de Pamplona.

Respecto a las áreas productivas y los equipamientos, en el Parque de la Innovación de Navarra destaca de manera singular el Centro Nacional de Energías Renovables (CENER), por ser un edificio construido también bajo criterios bioclimáticos y medioambientales, que reduce la demanda energética con estrategias y soluciones arquitectónicas de carácter pasivo, como por ejemplo la cubierta vegetal.

OBJETIVOS:

Crear un área residencial que concentre los conceptos básicos del desarrollo sostenible -entendido como el equilibrio entre progreso económico, bienestar y medio ambiente- garantizando el máximo nivel de bienestar y desarrollo de los ciudadanos y su máxima integración en los ciclos vitales de la naturaleza.

PROCESO DESARROLLADO:

El Proyecto se concibe como una operación piloto de arquitectura y urbanismo bioclimáticos, que ayuda a fortalecer la posición de Navarra en materia de nuevas tecnologías relacionadas con el medio ambiente y la calidad de vida, y supone una de las operaciones más ambiciosas de vivienda protegida en la región.

Se convoca un concurso de ideas para el desarrollo del Plan Sectorial de Incidencia Supramunicipal (PSIS), del que resulta ganadora la empresa Taller de Ideas, con la Fundación Metrópoli como Knowledge Partner. La sociedad pública NASURSA se encarga de la coordinación de redacción del planeamiento, de la gestión del suelo, así como del desarrollo del proyecto de urbanización, cuyas obras se recibieron definitivamente en octubre de 2006. Entre octubre de 2007 -cuando se entrega una parte importante de las viviendas- y octubre de 2010, la población de Sarriguren se duplica alcanzando los 10.000 habitantes.

PRINCIPALES RESULTADOS:

Uno de los principios de la Ecociudad es la gestión completa del ciclo del agua, siendo las estrategias llevadas a cabo en el proyecto las siguientes:

— Control del consumo de agua, mediante la implantación de sistemas de ahorro de agua en viviendas, como dispositivos de difusión de agua para duchas, pulsadores automáticos y reducción del tamaño de las cisternas, y programas de concienciación del uso del agua.

— Depuración de las aguas residuales procedentes de la Ecociudad de Sarriguren, a través del sistema separativo de aguas grises y negras.

— Recogida y utilización de aguas pluviales que permiten ahorros superiores a 50 litros por persona y día.

— Retención de las aguas de escorrentía, permitiendo la recuperación de los niveles freáticos y la regulación de forma natural de las condiciones entorno, aumentando la humedad ambiente y la regulación térmica del microclima.

— Aliviar el efecto la isla de calor en la zona urbana gracias al papel singular que cumple el Lago, regulando el caudal ecológico del Barranco Grande y sirviendo de toma de agua para el sistema de riego. La vegetación, especialmente los árboles, han contribuido de forma positiva a mejorar las condiciones térmicas.

— Tratamiento de residuos sólidos urbanos. El sistema de recogida de residuos es selectivo con clasificación en origen de los residuos, lo que favorece la proporción de residuos reciclados que, a su vez, deriva en menores emisiones de CO2 en los procesos industriales.

— Xerojardinería. Selección de especies autóctonas adecuadas a las condiciones climáticas, buscando sistemas eficientes de riego, como el goteo y la microaspersión, y utilizando recubrimientos que reducen las pérdidas de agua por evaporación.

El proyecto incluye diferentes tipologías de vivienda que proporciona una oferta variada destinada a personas con estilos de vida y necesidades familiares diversas. Del total de viviendas construidas, 2.879 son VPO; 2.476 VPT; y una pequeña proporción son viviendas libres (VL).

El proyecto, que ha sido pionero en su reconocimiento internacional, recibió en el año 2000 la catalogación como “Buena Práctica” por el Centro para los Asentamientos Humanos de las Naciones Unidas, y en 2008 obtiene el Premio Europeo de Urbanismo en la categoría de Medio Ambiente/Sostenibilidad.

IMÁGENES:




01. Los corredores ecológicos
02. El lago
03. El parque
04. El pueblo
05. Las puertas
06. Los condominios
07. Los miradores del parque
08. Las viviendas-jardín
09. Los cubos de innovación
10. El Parque de la Innovación
11. El bulevar de los equipamientos







Créditos:

1. Viviendas y parque. 2. Diseño de la ecociudad de Sarriguren. 3. El lago. 4. Xerojardinería

> Urban-e. Teritorio, Urbanismo, Paisaje, Sostenibilidad y Diseño Urbano (2013): "La ecociudad de Sarriguren".

5. Lago. Blog Begira Aula Creativa: 3ª FERIA DEL LAGO. Sarriguren.

BIBLIOGRAFÍA:

DIEGO DÍEZ, L., (2014): *"Huertos-Jardín en el entorno urbano. Una propuesta para la Ecodiudad de Sarriguren"*, Universidad de Navarra. Enlace.

NASUVINSA, Navarra de Suelo y Vivienda S.A., (2009): *"Sarriguren Ecociudad Ecocity"*, Gobierno de Navarra, Departamento de Vivienda y Ordenación del Territorio, Navarra de Suelo Residencial S.A., Pamplona. Enlace.
Portal de Navarra (2009): "La Ecociudad de Sarriguren: un proyecto novedoso de desarrollo sostenible", Enlace.

Portal de Navarra (2009): "La Ecociudad de Sarriguren: un proyecto novedoso de desarrollo sostenible". Enlace.

Valenzuela Rubio, M., (2009): *"Ciudad y sostenibilidad. El mayor reto urbano del siglo XXI"*, Departamento de Geografía, Universidad Autónoma de Madrid. Enlace.

Urban-e. Teritorio, Urbanismo, Paisaje, Sostenibilidad y Diseño Urbano (2013): *"La ecociudad de Sarriguren"*. Enlace.

BUENAS PRÁCTICAS BP/INT-5

ECOBARRIO DE TRINITAT-NOVA
PROPUESTAS DE SOSTENIBILIDAD URBANA

ÓRGANO PROMOTOR: Vecinos del barrio, Ajuntament de Barcelona y Generalitat de Catalunya.
FINANCIACIÓN: Dato no disponible.
PERIODO DE EJECUCIÓN: 1999-2007.
AGENTES IMPLICADOS: Vecinos del barrio; asociaciones activas en el barrio; urbanistas; técnicos y profesionales; políticos; comerciantes y sector privado; Gea21, AIGUASOL (estudios sectoriales de energía y agua), ECOINSTITUT BARCELONA (estudios sectoriales de verde urbano y residuos); CC60 (grafismo) y Equipo Técnico del Plan Comunitario.
WEB: Enlace.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

Se trata de un proyecto de regeneración urbana integral liderado por los propios vecinos, quienes, a través de un Plan Comunitario, consiguieron la implicación de la administración pública local y autonómica en el proceso de definición y creación del primer Ecobarrio de Barcelona, el «Barrio del Agua».

La cooperativa Ecoinstitut Barcelona elabora, con un equipo interdisciplinar integrado por empresas como Aiguasol, Gea21, la Agencia de Ecología Urbana y otras entidades, los estudios sectoriales que permiten plantear una intervención global coherente, definiendo una propuesta de sostenibilidad ambiental en la que se integran aspectos relacionados con la gestión del agua y la energía, la movilidad y el espacio público, aprovechando su ubicación al lado del Parque Natural de Collserola. Asimismo se define un ambicioso plan de renovación urbana llamado Trinitat In-nova, donde se trata también de incorporar la dinamización económica como factor de sostenibilidad integral del proceso.

OBJETIVOS:

El principal objetivo es la búsqueda del cambio en la percepción del barrio, tanto intra como extra-muros de Trinitat Nova, buscando pasar de ser un vecindario olvidado, envejecido y problemático, a ser un territorio de futuro, con una percepción positiva por parte de sus habitantes.

Se pretende con ello detener un grave proceso de degradación urbanística y social mediante una propuesta conjunta institucional y comunitaria, con un fuerte impulso de los vecinos; la renovación de parte de los bloques residenciales afectados por aluminosis y hacer de Trinitat Nova un barrio educador e inclusivo, mediante la implicación en el proceso de transformación urbana de las personas que lo habitan.

PROCESO DESARROLLADO:

La asociación de vecinos planteó la necesidad de un proyecto integral de renovación urbana que abordase al tiempo los problemas constructivos, urbanísticos y sociales de un barrio en situación de claro declive. Tras identificar los déficits y las potencialidades del barrio, las entidades ciudadanas se convirtieron en interlocutoras de las administraciones en los diferentes procesos de negociaciones, en las que se acordaron un marco económico y unos objetivos consensuados.

Para reunir todas las ideas y propuestas que surgieran desde el barrio, se constituyeron una serie de espacios de trabajo como el Comité Técnico de Trabajadores Públicos en el barrio, el Grupo Vecinal de Urbanismo y Remodelación y una Comisión Socio-Educativa. Así mismo se articuló un equipo de trabajo profesional de apoyo formado por la Universidad Autónoma de Barcelona (en las áreas de pedagogía, sociología y antropología) y profesionales independientes (Gea21, Ecoinstitut, Aiguasol, etc).

Los ejes de actuación resultantes de estas iniciativas se han concretado en un conjunto de propuestas innovadoras, asumidas por todos los actores implicados, que han sido pioneras en la gestión urbana, como corroboran los análisis y réplicas que se han enmarcado en proyectos europeos de investigación.

PRINCIPALES RESULTADOS:

Se constata una mejora de las condiciones directas de vida de las 431 familias alojadas en nuevas viviendas. Además, los 8.000 vecinos/as son beneficiarios de las mejoras de urbanización, rehabilitación de los bloques residenciales, calidad del espacio público y transporte público. Se han rehabilitado 206 viviendas para instalar ascensor y se han incorporado 431 viviendas a las obligaciones constructivas de ecoeficiencia. El barrio está totalmente transformado y han disminuido los índices de envejecimiento, conflictividad social y abandono que lo caracterizaban.

Como resultado del proceso de participación, destaca la propuesta para convertir Trinitat Nova en el Barrio del Agua. El agua se convierte así en un elemento de identidad del barrio gracias a la rehabilitación de una antigua estación de bombeo en la “Casa del Agua” -equipamiento de referencia que funcionará como centro de interpretación del agua y de educación ambiental y que se ha convertido en símbolo de la transformación de Trinitat Nova- y a la visibilización del ciclo del agua que permite crear una nueva relación más consciente y responsable del agua como elemento natural.

El conjunto de medidas que se propusieron para una utilización sostenible del recurso agua en el barrio de Trinitat Nova son las siguientes:

— Consumo racional de agua, mediante el control de pérdidas de agua potable, la implantación de instalaciones de agua según criterios de ahorro de agua y de energía, así como la implantación de aparatos sanitarios ahorradores de agua.

— Reciclaje de las aguas grises mediante un sistema de doble tubería tanto para su recogida como para el suministro. Para conseguir un buen rendimiento, se propone conectar al sistema las duchas/bañeras, los lavamanos y los bidés y un sistema semicentralizado con una planta depuradora cada dos bloques de viviendas.

— Depuración natural de aguas grises dentro del conjunto de la Casa del Agua, entendido como el modelo idóneo desde el punto de vista didáctico, para demostrar el ciclo natral del agua y la capacidad de auto-depuración de la naturaleza.

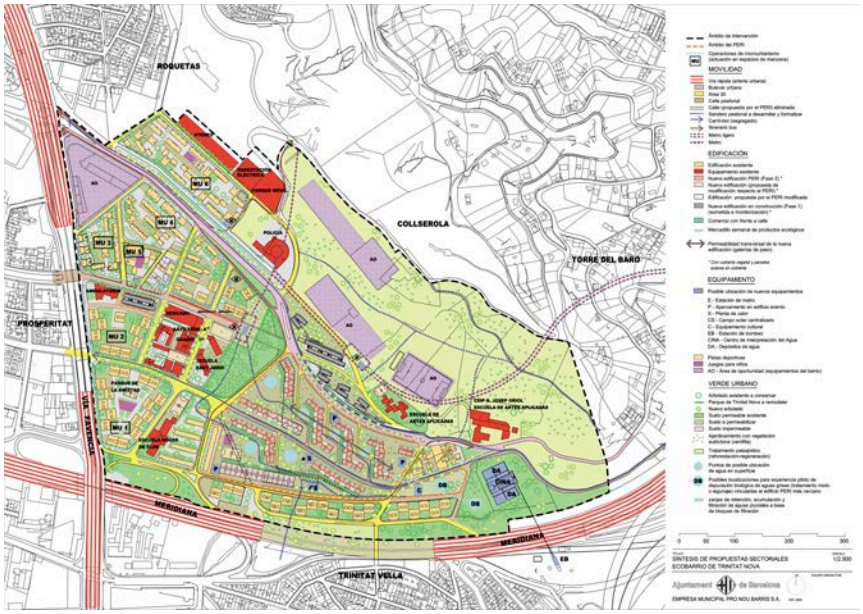
— Cubiertas verdes. Construidas con el fin de filtrar y retener la lluvia, disminuyendo el volumen de escorrentía, atenuando el caudal pico y mejorando en general la calidad del agua de lluvia.

— Pavimentos permeables que reduzcan el volumen anual de escorrentía, diseñándose zonas de aparcamientos para vehículos con un pavimento empedrado mosaico consistente en un 50 % de losas muy resistentes y un 50% de tierra vegetal, mediante el cual se ha conseguido una permeabilidad de casi el 100 %.

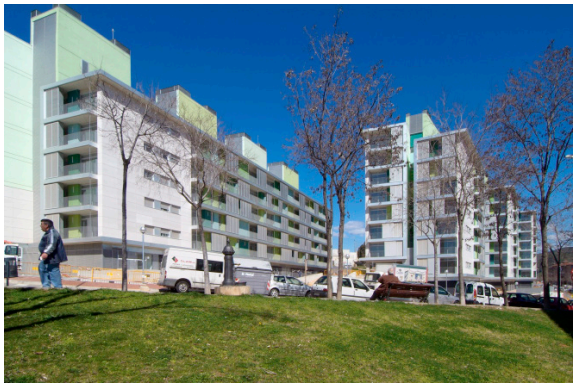
— Se busca obtener espacios verdes de alta calidad urbana y a la vez de bajo mantenimiento y consumo de agua siguiendo los principios de xerojardinería.

El proyecto fue merecedor del premio de Buenas Prácticas del Concurso de Naciones Unidas en su convocatoria de 2008.

IMÁGENES:









Créditos:

1. Plano de Trinitat Nova. Gea21 / 2. Imágenes generales. Fuente: ruisanchez.net / 3. Viviendas reformadas. Fuente: ruisanchez.net / 4. Casa del agua y huertos urbanos. Fuente: totbarcelona.

BIBLIOGRAFÍA:

Biblioteca CF+S Ciudades para un futuro más sostenible (2010): *"La Remodelación de Trinitat Nova: una propuesta de regeneración urbana y social, sostenible e inclusiva (Barcelona, España)"*. Enlace.

Grupo de Estudios y Alternativas-GEA21 (2004): *"ECOBARRIO DE TRINITAT NOVA. Propuestas de sostenibilidad urbana. Documento de síntesis de los estudios sectoriales de sostenibilidad"*, Madrid. Enlace.

WEBS:

- Ayuntamiento de Barcelona y Generlitat de Catanluya: Portal de Plan Comunitari Trinitat Nova. Enlace.

- Ecoinstitut Barcelona (s/f): "Ecobarrio de Trinitat Nova". Enlace.

- Portal Ecourbano.
    - "Metodología de talleres de debate ciudadano European Awareness Scenario Workshop (EASW)". Enlace.
    - "Remodelación de Trinitat Nova". Enlace.

A.5. EJEMPLOS DE BUENAS PRÁCTICAS (BP).

A.5.2 PROYECTOS SECTORIALES (BP/SEC):

- BP/SEC- 1: The Switch Drainage & Sanitation Improvement Project.
- BP/SEC- 2: Plan Municipal de Gestión de la Demanda de Agua en Madrid.
- BP/SEC- 3: Depuración Simbiótica de Aguas Residuales - Univ. de Murcia.
- BP/SEC- 4: San Francisco Public Utilities Commission.
- BP/SEC- 5: Plan Futura. La Gestión Eficiente del Agua (Vitoria).
- BP/SEC- 6: ZINNAE. Clúster urbano para el uso eficiente del agua.

Volver al índice

BUENAS PRÁCTICAS BP/SEC-1

THE SWITCH DRAINAGE & SANITATION IMPROVEMENT DEMONSTRATION PROJECT
ALEXANDRIA, EGYPT

ÓRGANO PROMOTOR: Unión Europea.
FINANCIACIÓN: Dato no disponible.
PERIODO DE EJECUCIÓN: 2006-2011.
AGENTES IMPLICADOS: Ayuntamiento de Alejandría (Egipto), Alexandria Water Company (AWCO), vecinos del barrio de Maawa Alsayadaan.
WEB: Enlace.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

La disponibilidad de agua en Egipto es altamente limitada debido a la dependencia de la cuenca del río Nilo y el crecimiento demográfico. A su vez, los asentamientos irregulares han crecido en Alejandría, como en otras ciudades de los países en desarrollo, y acogen a más de 40% de la población de la ciudad. Todo ello ha supuesto que el suministro de agua y el saneamiento se hayan visto gravemente afectados, provocando enfermedades tales como la diarrea y brotes de malaria y cólera.

Ante tal circunstancia la Unión Europea desde el Proyecto SWITCH "Ciudades Saludables" se involucra con el gobierno municipal con el objetivo de hacer de Alejandría una de las ciudades líderes en la aplicación de los principios de la Gestión del Agua Urbana Integrada (GIAU).

En estas circunstancias, se puso en marcha un proyecto demostrativo en Maawa Alsayadaan, un barrio degradado que se encuentra actualmente sin sistemas de saneamiento adecuado. El proyecto se centra en la mejora de las infraestructuras básicas (agua y alcantarillado) y en generar un modelo para la aplicación de la Gestión Integral Urbana del Agua en los asentamientos informales en las ciudades del futuro.

OBJETIVOS:

Alcanzar una gestión integrada de los recursos hídricos, con la participación de todos los ciudadanos y sectores. Todos los ciudadanos deben tener acceso a servicios de agua y saneamiento de alta calidad (de acuerdo a las normas nacionales), seguros, sostenibles y accesibles.

Entre los objetivos específicos se señalan: minimizar las pérdidas de agua en la red de tuberías; maximizar la eficiencia del uso del agua en los hogares, en los locales comerciales y en las actividades industriales; evaluar el potencial de reutilización de aguas residuales en la ciudad; mejorar la eficiencia del riego en la agricultura y educar a la población.

PROCESO DESARROLLADO:

Para entender y apreciar la complejidad y las características del uso del agua doméstica, se realizan encuestas en los hogares y se hace un seguimiento en los registros de consumo de agua, obteniéndose que los residentes tenían acceso a menos de 50 l/p/día. Parte de la intervención consistió en buscar la manera de reducir el agua no facturada, ya que estaba claro desde un análisis de balance de masas preliminar que había pérdidas muy significativas por fugas. Mediante la adopción de un enfoque Distrito-Zona de Medición (DMA) se adquirieron equipos de fugas detección y se hicieron reparaciones de tuberías.

El Proyecto desarrolla un Plan Estratégico de Gestión Integral del Agua Urbana para la Ciudad de Alejandría con un horizonte temporal que alcanza el año 2030. Un plan GIAU que está siendo desarrollado a largo plazo y que aborda principalmente los problemas actuales y futuros de la gestión del agua urbana en Alejandría incluyendo los desafíos que enfrenta el suministro de agua en una ciudad que se encuentra al final de la desembocadura del Nilo, principal fuente de recursos hídricos en Egipto.

PRINCIPALES RESULTADOS:

Aunque no ha sido posible completar el plan dentro del tiempo establecido para valorar sus resultados a corto plazo, este proyecto demostrativo en el barrio de Maawa Alsayadaan ha obligado a que la empresa de agua se comprometiera a mejorar la infraestructura básica (agua y alcantarillado) y ha permitido generar un modelo para la implementación de la Gestión del Agua Urbana Integrada (GIAU) en este tipo asentamientos irregulares.

Con todo ello, el Proyecto SWITCH en Alejandría ha supuesto un avance en las capacidad de gestionar el agua en países en vías desarrollo con actuaciones como:

— Control de consumo de agua mediante dispositivos de ahorro de agua en viviendas: sustitución de cabezales de ducha, aireadores en los grifos para reducir la velocidad de flujo, montaje de un dispositivo de desplazamiento en los sanitarios para reducir el volumen utilizado durante el lavado.

— Reemplazo de inodoros en los hogares, (pasando de cisternas de 12 litros a 4,5/3 litros con cisternas de doble descarga, lo que supone un ahorro importante del volumen de agua consumida.

— Uso de recursos hídricos alternativos para conservar el agua potable de calidad; utilizando las aguas subterráneas para el riego de zonas verdes y parques infantiles.

— Inclusión social: planificación consultiva e inclusiva entre la comunidad y autoridades de la ciudad con respecto a las necesidades de éstos y a la provisión de agua y saneamiento. Los investigadores especializados en procesos de inclusión social del proyecto SWITCH, están trabajando con la comunidad para identificar las opciones de saneamiento y gestión de la demanda que más se adaptarían a las condiciones de este tipo de barrios.

— Auditorías a los hoteles y otras instalaciones comerciales turísticas para determinar las deficiencias y necesidades de realización de modernizaciones.

IMÁGENES:



with a Leakage Detection and Mains Rehabilitation Programme is not well established.

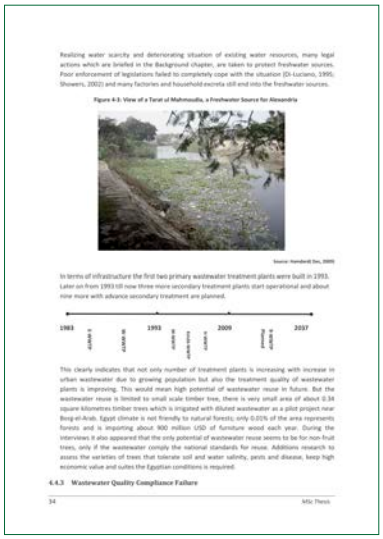
In order to be able to arrive at a reasonable assessment of the level of unmetered water losses in the Ma'awa El Sayadeen supply network it was agreed that part of the demonstration would be to examine, by using conventional, portable leakage detection equipment, the actual level of leakage losses in the system. Leakage detection equipment was therefore specified, advertised in the national newspaper and procured in order to illustrate that this type of technology is in fact locally available. The equipment included an electromagnetic flow meter as well as a mobile digital leakage detection set.

Following on from the Leakage Detection Survey where Night-Time Flow readings showed that X% of the total supply into the neighbourhood was being lost to pipeline leakage (See Fig.7). After carrying out a rigorous inspection of high-leakage areas in the network the following actions were taken, which also included repairing and replacing main feeder pipelines immediately lying outside the Ma'awa El Sayadeen network (Fig.8):

- A 250 meter 12 "pipe line was fully replaced along with its corresponding house connections.
- A 6 meter pipeline of 700 mm diameter which fed all the 6 inch lines was replaced along with a 700 mm isolating valve.
- A 28.7 meter 700 mm pipeline with a diameter of 700 mm was replaced and a 700 mm isolating valve installed.

Fig.8 - Pipe replacement

12



Realizing water scarcity and deteriorating situation of existing water resources, many legal actions which are briefed in the Background chapter, are taken to protect freshwater sources. Poor enforcement of legislations failed to completely cope with the situation (Di-Luciano, 1995; Showers, 2002) and many factories and household excreta still end into the freshwater sources.

Figure 4-3: View of a Tarat of Mahmoudia, a Freshwater Source for Alexandria

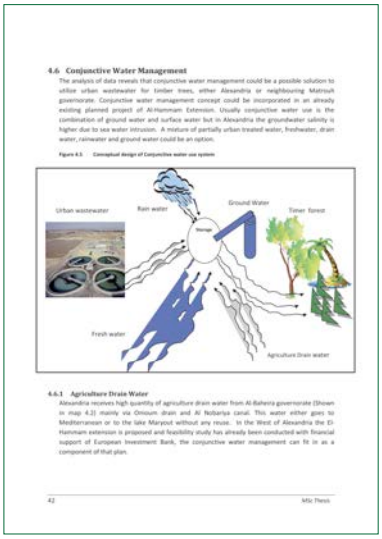
In terms of infrastructure the first two primary wastewater treatment plants were built in 1993. Later on from 1993 till now three more secondary treatment plants start operational and about nine more with advance secondary treatment are planned.

1983 1993 2009 2037

This clearly indicates that not only number of treatment plants is increasing with increase in urban wastewater due to growing population but also the treatment quality of wastewater plants is improving. This would mean high potential of wastewater reuse in future. But the wastewater reuse is limited to small scale timber tree, there is very small area of about 0.34 square kilometres timber trees which is irrigated with diluted wastewater as a pilot project near Borg-el-Arab. Egypt climate is not friendly to natural forests; only 0.01% of the area represents forests and is importing about 900 million USD of furniture wood each year. During the interviews it also appeared that the only potential of wastewater reuse seems to be for non-fruit trees, only if the wastewater comply the national standards for reuse. Additions research to assess the varieties of trees that tolerate soil and water salinity, pests and disease, keep high economic value and suites the Egyptian conditions is required.

4.4.3 Wastewater Quality Compliance Failure

34 MSc Thesis





Créditos:

Fuente: Switch project.

BIBLIOGRAFÍA:

Proyecto SWITCH. Managing Water for the City of the Future. Enlace.

Center for Environment and Development for the Arab Region and Europe (CEDARE), (2011): *"Benefits Achieved from the Ma'awa el Sayadeen water Demand Demonstration"*, Enlace.

Kerkhoven, R., y Verhagen, J., (2010): *"Case studies on selected approaches or methods to optimise social inclusion"*, Enlace.

Retamal, M, White, S., (2011): *"Integrated supply-demand planning for Alexandria, Egypt: water efficiency study & business case analysis for water demand management"*. CEDARE para el Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney. Enlace.

Stuart, B., Monique, R., Abuzeid, K., Elrawady, M., Tornero, A., (s/f): *"Integrated resource planning for Alexandria, Egypt"*, CEDARE. Enlace.

BUENAS PRÁCTICAS BP/SEC-2

PLAN MUNICIPAL DE GESTIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA EN LA CIUDAD DE MADRID

ÓRGANO PROMOTOR: Ayuntamiento de Madrid- Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudad.
FINANCIACIÓN: 104.065.896 euros.
PERIODO DE EJECUCIÓN: 2005-2011.
WEB: Plan de gestión de la demanda del agua. Enlace.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El Plan es un instrumento estratégico para la gestión integral, racional y sostenible del agua en la ciudad de Madrid y toma como base una serie de principios como son la gestión eficaz y responsable de la demanda de agua. Este Plan se integra dentro del Plan de Acción de la Agenda 21 Local de Madrid que define las bases de un proceso a largo plazo de mejora continua hacia un desarrollo más sostenible de la ciudad.

El Plan de Gestión de la Demanda de agua toma como base los principios de:

- Compromiso con una utilización más sostenible de los recursos .
- El agua no es un bien comercial sino un patrimonio a proteger.
- El cumplimiento estricto de la legislación presente y futura.
- La necesidad de transformar el concepto de consumo de agua y transmitir al ciudadano la idea de ciclo integral.
- Responsabilidad compartida: todos los agentes sociales han ser partícipes de la solución.
- Fomento de la educación y toma de conciencia para el desarrollo sostenible.

El Plan Municipal trata de atender las necesidades de agua existentes en la capital, con una menor cantidad de recursos, pero aumentando la eficiencia del uso del agua. Del mismo modo, pretende promover la utilización del agua de menor calidad que la potable en usos que no requieran las mismas exigencias sanitarias y de calidad que el consumo final humano. Asimismo, busca el ahorro del consumo de energía en las labores de captación, potabilización, distribución y depuración del agua.

Entre las principales novedades de este Plan se encuentra la elaboración y puesta en marcha de una nueva Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua, así como la creación de la Oficina Azul, que será el órgano gestor que vele por la aplicación de las diferentes medidas propuestas.

OBJETIVOS:

El Plan de Gestión de la Demanda del Agua determina la reducción del consumo de agua en un 12% para el año 2011; la disminución del consumo energético asociado al ciclo del agua en la ciudad, además del aumento de la eficiencia del consumo de recursos hídricos a medio plazo o la concienciación de los agentes socioeconómicos y de los ciudadanos de la necesidad de ahorrar un recurso escaso como el agua.

Al mismo tiempo el Plan quiere asegurar la calidad y cantidad que se suministra a los ciudadanos; fomentar cooperación y coordinación entre Administraciones Públicas para conseguir un

uso más sostenible del agua; promover el ahorro de agua potable mediante la reutilización de aguas pluviales y de aguas depuradas para usos compatibles con su calidad; y crear desde la Administración local disposiciones normativas y mecanismos de mercado que potencien el ahorro y la eficiencia.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTUACIÓN:

El Plan contempla una extensa serie de líneas de actuación que se articulan en programas de gestión, ahorro, eficiencia y reutilización. Todas estas medidas persiguen no sólo la identificación de consumos sino que también contemplan una serie de previsiones que afectan al diseño y construcción de los nuevos desarrollos urbanos; a la planificación urbanística, promoviendo el uso de materiales permeables en la pavimentación o impulsando el establecimiento de redes de recogida, a través de estudios de viabilidad de la reutilización de aguas pluviales y regeneradas.

En este sentido, hay que destacar también propuestas como la "Casa del Agua", un foro temático dedicado a la reflexión, divulgación y promoción de esa nueva cultura del agua, la implantación de un sistema de tarificación del agua reutilizada que genere el Ayuntamiento o el establecimiento de diferentes programas de eficiencia para uso residencial, dotacional y de los sectores productivos.

PRINCIPALES RESULTADOS:

El Plan incluye propuestas para conseguir una mejor gestión y uso eficiente del agua, como:

— Control de la erosión y contaminación de agua en áreas que se encuentran en construcción y obras en la vía pública.

— Limitación de caudales máximos de riego de parques, jardines y zonas verdes, limitación de horarios o medidas específicas para los campos de golf.

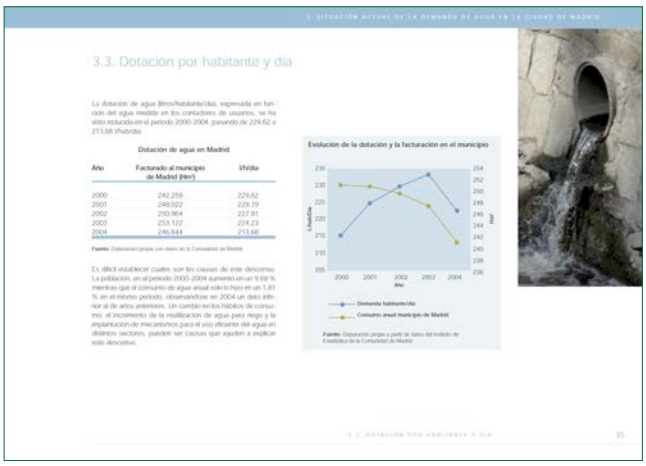
— Creación de un registro municipal de piscinas tanto públicas como privadas.

— Regulación del consumo y mejor mantenimiento para fuentes, estanques e instalaciones hidráulicas ornamentales.

Tras la implantación del Plan, el uso responsable de agua y la mejora de las instalaciones supuso que en 2013 el consumo de agua fuera de 140 litros/hab./día según el INE, y el gasto total -525 Hm3 en 2012 entre uso industrial, comercial y doméstico— equivalente al de hace 15 años —505 hectómetros cúbicos en 1998—, a pesar de que la población creció en 1,5 millones de habitantes. (Diario El País, Enlace).

IMÁGENES:









Créditos:

Fuente: Plan Municipal de Gestión de la Demanda de Agua en la Ciudad de Madrid.

BIBLIOGRAFÍA:

Ayuntamiento de Madrid- Área de Gobierno de Medio Ambiente y Servicios a la Ciudad (2005): *"Plan municipal de gestión de la demanda de agua en la ciudad de Madrid"*. Enlace.

Verdaguer Viánas-Cardenas, C., (2010): *"De los ecobarrios a las ecociudades. Una formulación sintética de la sostenibilidad urbana"*, Biblioteca CF+S: *"La inercia agota su camino"*, nº50, Diciembre de 2011. Enlace.

Viñuales Edo, V., Fernández Soler, M., Lapeña Laiglesia, A., Presa Abos, C., Y Sainctavit, L.; (2008): *"10 Años de trabajo fomentando el uso eficiente del agua en las ciudades: balance de resultados"*, Fundación Ecología y Desarrollo. Enlace.

WWF/ Adena (2003): *"La buena gestión del agua. Experiencias y alternativas al PHN"*. Enlace.

BUENAS PRÁCTICAS BP/SEC-3

DEPURACIÓN SIMBIÓTICA DE AGUAS RESIDUALES EN LA UNIVERSIDAD DE MURCIA

ÓRGANO PROMOTOR: Universidad de Murcia y Entidad Regional de Saneamiento ESAMUR.
FINANCIACIÓN: Dato no disponible.
PERIODO DE EJECUCIÓN: 2007-2012.
AGENTES IMPLICADOS: Universidad de Murcia, Entidad de Saneamiento y Depuración de Aguas Residuales de la Región de Murcia - ESAMUR, Consejería de Agricultura y Agua.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

La Universidad de Murcia estudia en módulos de escala un tratamiento de aguas residuales del Campus de Espinardo mediante un sistema patentado por el geólogo Javier Fábrega González denominado "depuración simbiótica". Visto los excelentes resultados del sistema y dada la necesidad de construir una estación depuradora en el Campus, se solicita la colaboración de Esamur para llevar a cabo una experiencia a tamaño real.

La Depuración Simbiótica combina simultáneamente dos procesos: la depuración de las aguas residuales mediante un sistema subterráneo de goteo sobre lechos de grava, y la generación de espacios verdes asociados a las instalaciones de depuración, especialmente en la zona que cubre los lechos, además de otros detalles técnicos propios de esta tecnología.

El proyecto tiene, igualmente, una orientación paisajística y medioambiental, ya que permite el desarrollo de nuevas tecnologías de depuración compatibilizándolo con la reutilización de las aguas y la creación de espacios verdes sostenibles.

Adicionalmente, el sistema incorpora humedales artificiales donde el proceso autodepurador mejora la calidad del agua tratada. Todas estas características determinaron que la Depuración Simbiótica fuera seleccionada para tratar las aguas residuales del Campus de Espinardo dentro del marco de un "Campus Sostenible".

OBJETIVOS:

Depurar y reutilizar todas las aguas residuales que genera el Campus de Espinardo, solucionando así los problemas de capacidad y tratamiento en la planta de lagunaje operativa que anteriormente existía en el Campus.

PROCESO DESARROLLADO:

Dentro del Convenio de Colaboración entre la Universidad de Murcia y ESAMUR para la ejecución y estudio de una depuradora simbiótica (2005), se contemplan programas de investigación y seguimiento científico sobre los aspectos microbiológicos y físico-químicos relacionados con la depuración de estas aguas, con el fin de controlar eficazmente los procesos de depuración y aportar a Esamur información científica aplicable a sus tareas en otras instalaciones de la Región.

PRINCIPALES RESULTADOS:

Desde su instalación se han llevado a cabo analíticas de control de la depuradora en lo que respecta a los aspectos químicos y microbiológicos con datos que demuestran su excelente rendimiento. La implantación del sistema de depuración simbiótica ha supuesto:

— El tratamiento de las aguas residuales del Campus con una mejora en la calidad de las aguas.
— Un alto rendimiento hidráulico al reducir la pérdida de agua por evaporación, dado a que el sistema es subterráneo.
— Ha facilitado la creación de humedales y contribuye a su mantenimiento, beneficiando a la flora y fauna.
— Creación de zonas verdes, aumentado la biodiversidad del Campus con un nulo coste ambiental.
— Menor consumo energético frente a una EDAR convencional.
— La reducción casi total en las aguas de la materia orgánica originada en el Campus.
— Puesta en práctica de un proyecto de reutilización descentralizada de agua urbana en una de las regiones más áridas de Europa.

El Proyecto es fruto de la iniciativa 'Campus sostenible de la Universidad de Murcia', que es pionera entre las universidades de España y que entre sus actuaciones incluye la creación de un huerto ecológico comunitario.

IMÁGENES:

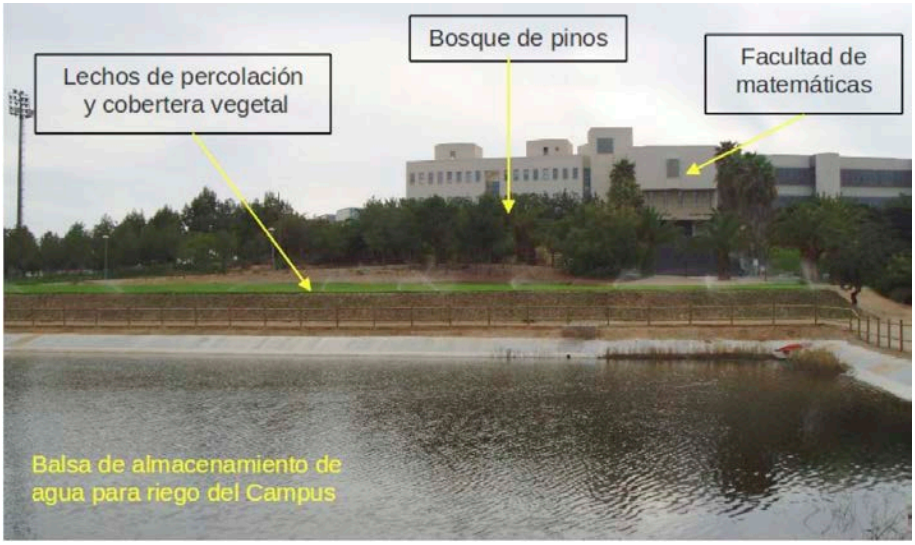




Fig.2: Detalles del sistema de depuración. En "A", aspecto de la cobertera vegetal de los lechos, con la línea de arquetas de alimentación y vegetación circundante. En "B", se observa el talud que limita los lechos, ajardinado con planta de soporte de suelo, y las arquetas de drenaje de las distintas fases en su base.

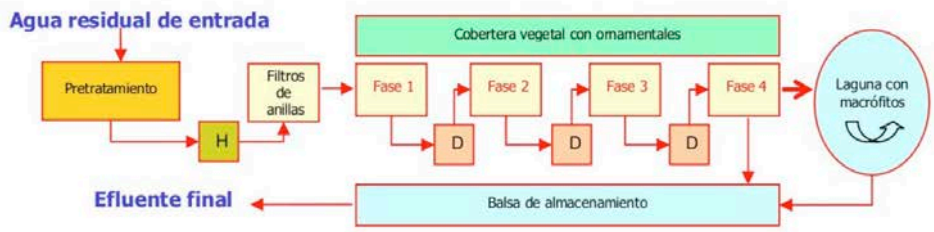
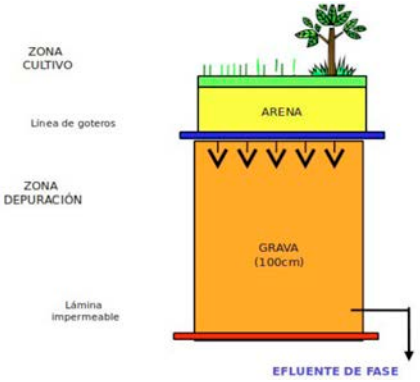


Fig. 3. Esquema general del sistema depurador de aguas del Campus de Espinardo. Fase-1 a Fase-4 = lechos de percolación 1 al 4 en serie. H=Homogeneizador. D=depósitos de recogida de percolado de las distintas fases.



Créditos:

1. Localización del sistema de depuración de aguas del Campus de Espinardo. 2. Detalles del sistema de depuración.

3. Esquema general del sistema depurador de aguas del Campus de Espinardo.

Collado, E., Valera, M.D., García, F y Torrella, F., (2010): "Microbiología depuración natural de aguas residuales en la Universidad de Murcia", Revista Eurbacteria, nº24, Universidad de Murcia.

BIBLIOGRAFÍA:

Agencia EFE (10/01/2005): *"Esamur y Universidad de Murcia construirán una depuradora simbiótica que no produce olores y se cubre con zonas verdes"*, Enlace.

Collado, E., Valera, M.D., García, F y Torrella, F., (2010): *"Microbiología depuración natural de aguas residuales en la Universidad de Murcia"*, Revista Eurbacteria, nº24, Universidad de Murcia, Enlace.

Universidad de Murcia (2007): *"Presentación de Proyecto. Depuración Simbiótica experimental de aguas residuales del Campus de Espinardo"*, Enlace.

BUENAS PRÁCTICAS BP/SEC-4

SAN FRANCISCO
PUBLIC UTILITIES COMMISSION

ÓRGANO PROMOTOR: La Comisión de Servicios Públicos de San Francisco (SFPUC) es un organismo público de la Ciudad y Condado de San Francisco.
FINANCIACIÓN: 4,600 millones $.
WEB: Enlace.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

La Comisión de Servicios Públicos de San Francisco (SFPUC) es un organismo público de la Ciudad y Condado de San Francisco que se encarga del abastecimiento, depuración y servicios de energía eléctrica de la ciudad, a cuya población se añaden 1,6 millones de clientes pertenecientes a la Bahía de San Francisco.

El organismo ha instaurado el Programa de Mejoramiento del Sistema de Aguas (Water System Improvement Program, WSIP), para reparar y mejorar sistemáticamente el sistema de agua local y regional. El programa abarca 86 proyectos individuales de construcción, incluyendo represas, túneles, tuberías, plantas de tratamiento e instalaciones especiales.

OBJETIVOS:

La ciudad de San Francisco está llevando a cabo el ambicioso objetivo de convertirse en una "ciudad de emisión cero" en 2030. En este estudio prospectivo, SFPUC está implementando soluciones innovadoras centradas en dos ámbitos principales: el agua y la energía.

PROCESO DESARROLLADO:

Desde su creación en 2005, la SFPUC gestiona un sistema de suministro de agua complejo que abastece de agua a 2,4 millones de clientes para usos residenciales, comerciales e industriales.

Uno de los Programas que la Comisión lleva a cabo es el Programa de Reducción de la Demanda y Recursos Alternativos (Conserving Water and Diversifying Supply). La SFPUC quiere reducir la demanda de agua un 25% y pide a todos los clientes a permanecer comprometidos con la conservación del agua. Además, se trabaja para desarrollar suministros de agua alternativos para servir las necesidades de actividades industriales y refrigeración, así como fuentes decorativas, riego de parques y jardines. Implantándose en los urinarios de las viviendas un suministro de aguas grises.

Actualmente, la Comisión tiene puestos en marcha Proyectos de Infraestructuras Verdes (SUDs) que facilitan la integración de pavimentos permeables y jardines drenantes (rain gardens) en el paisaje urbano para gestionar las aguas pluviales a través de la infiltración, reduciendo presión sobre el sistema de alcantarillado, contribuyendo con ello a la disminución del riesgo de inundaciones y vertidos no depurados.

Uno de los Programas que la Comisión lleva a cabo es el Programa de Mejoramiento Sistema de Alcantarillado (SSIP- Sewer System Improvement Program) que, con una proyección a 20 años, tiene el propósito de renovar las infraestructuras de alcantarillado, asegurando la fiabilidad del sistema incluso bajo condiciones de actividad sísmica.

Como herramienta de apoyo a los planificadores la SFPUC ofrece revisiones de proyectos, directrices de apoyo, asistencia técnica y guías entre las que destaca la de Diseño de la Gestión de Pluviales (Stormwater Design Guidelines), o la de Uso Eficiente del Agua (Water Efficient Landscape).

PRINCIPALES RESULTADOS:

Es de destacar que el sistema ofrece un agua potable que se encuentra entre las más puras del mundo y que se distribuye por la gravedad casi en su totalidad, lo que requiere un consumo mínimo de energía. La Empresa de Agua también gestiona el Sistema de Abastecimiento de Agua Auxiliar de la Ciudad contra incendios.

En relación con los sistemas de gestión del agua, la SFPUC ha puesto en marcha:

— La aplicación del "Programa de Mejoramiento del Sistema de Agua" (WSIP- Water System Improvement Program) que gestiona una amplia gama de proyectos centrados en garantizar que ante la posibilidad de un gran evento sísmico, el sistema pueda permanecer relativamente intacto y continúe abasteciendo agua a los 2,4 millones de personas y las empresas que dependen de ella.

— La instalación de sistema de recogida de aguas pluviales en el hogar, que permiten reducir el volumen y el caudal pico de aguas pluviales que entran en el alcantarillado, reduciendo así las inundaciones y desbordamientos de alcantarillado de manera combinada, además de proporcionar un recurso alternativo para usos domésticos de menor exigencia como el riego.

— El uso de aguas grises supone la reducción del uso de agua potable y de los flujos al sistema de alcantarillado. El agua gris procedente del aseo personal se destinará al riego de jardines. A su vez, en otoño de 2015 se pone en marcha un Programa de Lavandería (Laundry-to-Landscape) que reutilizará las aguas grises provenientes de las lavadoras para el riego de jardines.

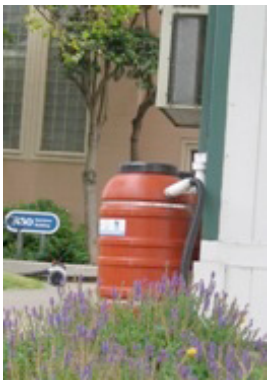
— El uso de jardines de lluvia con vegetación y pavimento permeable en las áreas de estacionamiento ha embellecido y modificado visualmente el espacio urbano, haciéndolo más acogedora para los peatones y los ciclistas.

— Ha elaborado un Manual de Diseño para riego con aguas grises.

— Desde 2012, el agua reciclada producida por el Distrito Norte del Condado de San Mateo ha sido utilizada para el riego del Harding Park y un Campo de Golf.

IMÁGENES:













Créditos:

1. Instalación de dispositivo de ahorro en wc. San Francisco Public Utilities Commission / 2 y 3. Sistema de recogida de aguas pluviales en el hogar para el riego de jardines. San Francisco Public Utilities Commission. / 4. Sistema de aguas grises. San Francisco Public Utilities Commission (2012): "Graywater Design Manual for outdoor irrigation".

BIBLIOGRAFÍA:

Bjornsen, T., Nash, S., y Jones, C., (2012): *"Gestión de la seguridad. Crear un enfoque personalizado para un proyecto de megainfraestructura"*, The American Society of Safety Engineers, Enlace.

Kehoe, P., (2013): *"San Francisco's Non-potable Water Programs"*, San Francisco Public Utilities Commission Services, Enlace.

Kehoe, P., (2015): *"San Francisco's Onsite Water Systems"*, San Francisco Public Utilities Commission Services, Enlace.

San Francisco Public Utilities Commission (2012): *"Graywater Design Manual for outdoor irrigation"*, Enlace.

The American Institutte of Architects (s/f): *"San Francisco Public Utilities Commission Headquarters"*, Enlace.

BUENAS PRÁCTICAS BP/SEC-5

PLAN FUTURA
LA GESTIÓN EFICIENTE DEL AGUA

ÓRGANO PROMOTOR: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz -Aguas Municipales de Vitoria-Gasteiz, .S.A. (AMVISA), empresa privada municipal.
PERIODO DE EJECUCIÓN: Desde 2004 hasta la actualidad.
WEB: Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz promueve desde 2004 una serie de planes integrales para la gestión del agua. Estos planes se traducen en un conjunto de actuaciones que han contribuido a prestar un Servicio Integral del Agua cada vez más eficiente y de mínimo consumo. Todo ello, además, respondiendo a los objetivos de sostenibilidad señalados en los Planes de Acción Ambiental de la Ciudad, y al propio Plan Estratégico de AMVISA.

Las acciones propuestas para el período 2014-2017 responden a tres líneas de trabajo relacionadas entre sí: 1. Caracterización, análisis y seguimiento de los consumos de agua por sectores y tipo de tarifa; 2. Asesoría técnica y realización de diagnósticos de gestión del agua; 3. Información, difusión y sensibilización ciudadana hacia el valor del agua y la gestión eficiente de la misma.

OBJETIVOS:

Mejorar la eficiencia en la gestión del ciclo integral del agua entre todos los agentes implicados en el uso y gestión del agua en la ciudad de Vitoria-Gasteiz.

A este objetivo principal se le suman objetivos específicos como profundizar en el conocimiento, la caracterización y seguimiento de los consumos de agua de la ciudad y por sectores; consolidar actuaciones ya desarrolladas en los Planes aprobados previamente, que son consideradas prioritarias según los criterios generales de la gestión de la demanda de agua en entornos urbanos; facilitar información y herramientas útiles para el consumo eficiente del agua; y desarrollar acciones de sensibilización ciudadana orientada, no sólo hacia el ahorro de agua, sino también hacia el valor del agua en todas sus dimensiones (sociales, culturales, económicas, etc.).

PROCESO DESARROLLADO:

La apuesta de Vitoria-Gasteiz comienza con el desarrollo del Plan Integral de Ahorro de Agua 2004-2008, que tiene continuidad a través del primer Plan Futura 2009-2012, y del segundo Plan Futura 2013-2017.

El Plan Futura 2013-2017 consolida actuaciones ya iniciadas anteriormente y consideradas prioritarias. Para ello se estructura en una serie de programas sectoriales (residencial, institucional, industrial y comercial), un programa transversal de comunicación y un programa de análisis de recursos hídricos locales.

Entre las acciones desarrolladas a través de la aplicación de estos planes destacan:

— Elaboración de informes técnicos de caracterización de los consumos trimestrales y anuales de agua de la ciudad.
— Asesoramiento a más de 80 establecimientos de hostelería.

— 64 nuevos diagnósticos realizados y 38 buenas prácticas identificadas en instalaciones municipales, comerciales, industriales y del sector servicios. Las visitas de diagnóstico van acompañadas del correspondiente informe en el que se recogen propuestas de mejora. La sección de participantes y buenas prácticas recoge el listado y descripción de cada uno de ellas.

— Información, difusión y sensibilización en centros municipales y en todos los centros educativos de la ciudad.

— Desarrollo del programa de concienciación ambiental dirigido a escolares "En Vitoria-Gasteiz, el agua nos importa".

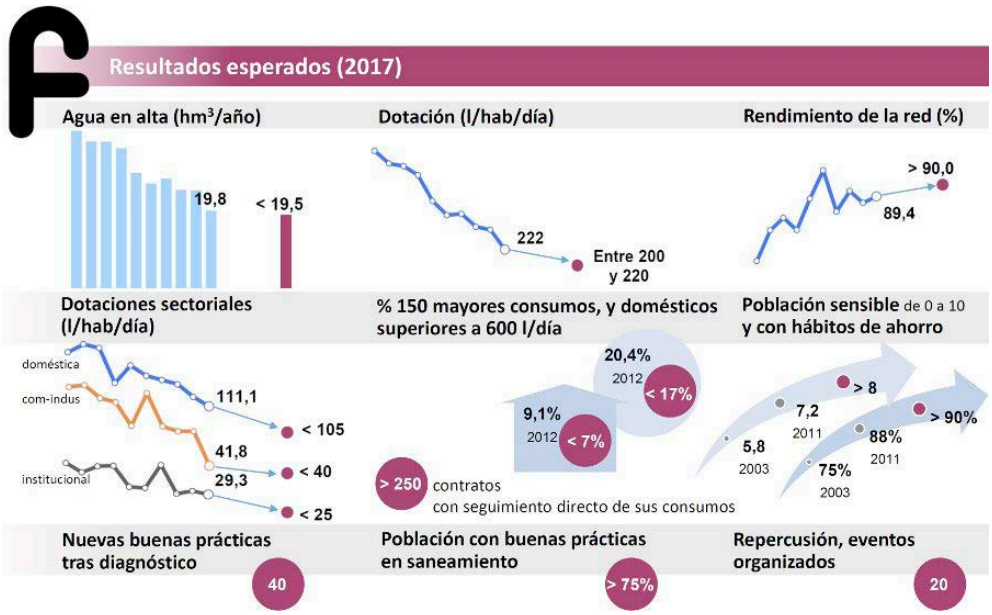
— Trabajos de sensibilización y difusión del Objetivo 110, propuesto por el Plan Futura con objeto de rebajar el consumo doméstico medio de la ciudad por debajo de los 110 litros por persona y día.

PRINCIPALES RESULTADOS:

Desde 2003, año anterior al inicio de las actuaciones de gestión de la demanda de agua en la ciudad, hasta la finalización de la última fase de trabajos del Plan Futura en 2012, la evolución de los indicadores asociados a los planes en marcha muestra un alto grado de cumplimiento de los objetivos previstos por AMVISA.

Los datos de consumo en la ciudad de Vitoria-Gasteiz en 2012 –año de la Capitalidad Verde Europea- descendían en el consumo doméstico hasta 108,1 l/hab/día –respecto a los 110l /hab/día previstos-, el descenso de la dotación de agua hasta 222 l/hab día –respecto a los 240 previstos- y el agua enviada a la ciudad hasta 19,748 hm3/año –cuando lo previsto es 22hm3/año-.

IMÁGENES:







BIBLIOGRAFÍA:

Ayuntamiento de Vitoria Gasteiz:

- *"Folleto descriptivo 2014-2017"*, Enlace.
- *"Memoria del Plan Integral de Ahorro de Agua de Vitoria-Gasteiz 2004-2008"*. Enlace.
- *"Memoria del Plan Integral de Ahorro de Agua de Vitoria-Gasteiz 2009-2012"*. Enlace.
- *"Plan Futura. Fomento de la Utilización Racional del Agua en Vitoria Gasteiz"*. Enlace.
- *"Plan de Acción Ambiental"*. Enlace.

Diputación de Badajoz, Área de Igualdad y Desarrollo Local (s/f): *"Ejemplos de buenas prácticas de gestión municipal en España".* Enlace.

BUENAS PRÁCTICAS BP/SEC-6

ZINNAE
CLÚSTER URBANO PARA EL USO EFICIENTE DEL AGUA

ÓRGANO PROMOTOR: Ayuntamiento de Zaragoza.
FINANCIACIÓN: Dato no disponible.
PERIODO DE EJECUCIÓN: 2010-actualidad.
AGENTES IMPLICADOS: Zinnae está integrada por 24 socios, desde empresas a centros tecnológicos, ONG, administraciones y empresas públicas como son: Alfredo Sanjuán, S.A., Aquara, Aqualia, AlphaSIP,Aragón Exterior, Cámara de Comercio de Zaragoza, Circe, Confederación Hidrográfico del Ebro, Cognit, Compás Consultores, Contazara, Ecodes, Eshyg, Eupla, Feria de Zaragoza, Qafe, Smagua, Grifería Inteligente, Grupo Verne, Grupo Raga S.A., Grupo Ingeobras, Itainnova, Jacob Delafon, Sopenses, Veolia Water, Universidad de Zaragoza y Zeta Amaltea.
WEB: Enlace.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

Tras la Expo Zaragoza 2008, cuyo eje temático fue "Agua y desarrollo sostenible", la ciudad aragonesa se convirtió en referente en el uso eficiente del agua. En 2010 se impulsará ZINNAE, Clúster Urbano para el uso eficiente del agua, una Agrupación Empresarial Innovadora (AEI) cuya vocación es la demostración y el impulso de la I+D+i en el uso eficiente y sostenible del agua y del consumo de energía en el ámbito urbano. ZINNAE es el acrónimo de "Zaragoza Innova en Agua y Energía".

En su página web se incluyen aquellos proyectos en marcha que la asociación lleva a cabo, así como los eventos y las jornadas que dinamizan el sector del agua en la región de Aragón.

OBJETIVOS:

ZINNAE nace con la misión de promover el uso eficiente y sostenible del agua y consumo de energía asociado en el ámbito urbano, mediante la colaboración entre diferentes agentes públicos y privados, a partir de la generación de conocimiento, proyectos demostrativos y soluciones innovadoras.

Esta misión y visión se traducen en tres objetivos estratégicos:

— Impulsar la eficiencia y la sostenibilidad en la gestión y el uso del agua y en el consumo energético asociado en la ciudad de Zaragoza.
— Posicionarse (la AEI) a nivel nacional e internacional como referente en colaboración, conocimiento e innovación para la gestión eficiente del agua en el ámbito urbano y en la reducción del consumo energético asociado.
— Convertir el uso eficiente del agua en motor de empleo cualificado para la ciudad.

PROCESO DESARROLLADO:

Para el cumplimiento de los objetivos del Clúster Urbano para el Uso Eficiente del Agua se han definido cuatro ejes de actuación con sus correspondientes líneas de trabajo:

1. **Proyectos demostrativos:**
   — Estudios sobre la demanda urbana de agua en Zaragoza.
   — Proyectos demostrativos para la mejora de la eficiencia y la sostenibilidad de la demanda urbana de agua.

2. I+D+i, nuevas tecnologías y experimentación:

— Impulso y apoyo de proyectos de I+D+i.

— Identificación y difusión de nuevo conocimiento y tecnologías emergentes.

3. Desarrollo de la agrupación empresarial innovadora:

— Dinamización del sector local.

— Explorar oportunidades para la colaboración con agentes externos, nacionales e internacionales.

4. Desarrollo sectorial y capital humano:

— Buscar y favorecer la implantación local de agentes del sector (proyectos, emprendedores, instituciones, empresas, etc.).

— Capacitar a los profesionales del sector (arquitectos, instaladores, comerciantes, etc.).

PRINCIPALES RESULTADOS:

En su primer año, la asociación lanzó una línea de proyectos bajo el nombre de Waterlabs, consistente en habilitar entornos reales para la experimentación, adquirir conocimiento sobre el impacto real de las soluciones propuestas, demostrar el impacto real de las tecnologías y propiciar y facilitar la innovación en las empresas locales del sector, entre otros.

De esta línea de trabajo se han derivado iniciativas como "Parque Zero", para promover la eficiencia en la gestión de zonas verdes urbanas, a modo de plataforma de experimentación de productos y servicios eficientes en el uso de los recursos naturales; "Hidrogeología Urbana" de cara a mejorar la eficiencia en la gestión y el control del acuífero urbano; o el proyecto "Renovea" para cuantificar el impacto económico y ambiental de la renovación de tecnología para el uso del agua en las viviendas (grifería, duchas, inodoros e instalaciones comunes de edificios –depósitos).

El clúster organiza eventos y jornadas para fomentar el trabajo en red y dinamizar el sector del agua en Aragón. Favorece con ello el desarrollo del clúster y el desarrollo del sector a nivel regional. Asimismo, contribuye a posicionarse como un clúster referente en el uso eficiente del agua, incrementando el valor aportado a los socios del mismo.

IMÁGENES:



BIBLIOGRAFÍA:

Zinnae Artículos:

- Así, A., (2011): *"Ciudades sensoriales que interactúan con nosotros de manera Inteligente"*, Enlace.
- Ortiz, V., y Sierra, R., (2011): *"TIC y Gestión del Agua"*, Enlace.
- Uche, J., (2011): *"Análisis de ciclo de vida del ciclo integral del agua: una perspectiva más global en el uso eficiente de la energía en el agua*", Universidad de Zaragoza, Zaragoza, Enlace.

A.6. APLICACIÓN AL CASO DE ESTUDIO: BARRIO DE LAS HUERTAS (SEVILLA) 2014-2015.

INTRODUCCIÓN.
A.6.1. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS URBANO-TERRITORIALES (MAYO - JUNIO 2014).
A.6.2. CUESTIONARIO A VECINOS: PROPIETARIOS E INQUILINOS (MAYO-JUNIO 2014).
A.6.3. ANÁLISIS SOCIO-ESTADÍSTICO DE CUESTIONARIO A USUARIOS (JULIO 2014).
A.6.4. DIMENSIÓN DE PARTICIPACIÓN SOCIAL ACTIVA. INFORME DE LAS FASES I Y II (JULIO 2014).
A.6.5. AJUSTES TÉCNICOS Y ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN (MARZO 2015).
A.6.6. SÍNTESIS DE LAS PROPUESTAS TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN (MARZO 2015).
A.6.7. DIMENSIÓN DE PARTICIPACIÓN SOCIAL ACTIVA. INFORME DE LA FASE III. DEVOLUCIÓN A LOS DIFERENTES AGENTES IMPLICADOS (MARZO 2015).
A.6.8. ESCENARIOS: INTEGRACIÓN DE PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN (MARZO 2015).
A.6.9. CONCLUSIONES DEL CASO DE ESTUDIO.

Volver al índice

ANEXO A.6. CASO DE ESTUDIO: BARRIADA DE LAS HUERTAS (SEVILLA)

INTRODUCCIÓN

El caso de estudio realizado ha tenido como objetivo principal desarrollar y testar la primera parte de la metodología planteada en el proyecto Aqua-Riba, referida al proceso de diseño de las propuestas de intervención urbana en relación a la gestión del ciclo urbano del agua (Fig. 1). No se ha previsto en este caso, la implementación real de las propuestas surgidas como resultado del proceso, salvo aquellas que la propia energía social generada por el proyecto sea capaz, eventualmente, de impulsar con recursos propios. Por lo tanto, el caso de estudio desarrolla la metodología planteada inicialmente en el proyecto hasta la fase 3. Esta metodología será además revisada en base a los aprendizajes extraídos de este estudio de caso, desarrollándose en su versión definitiva en el capítulo 3 de esta guía.

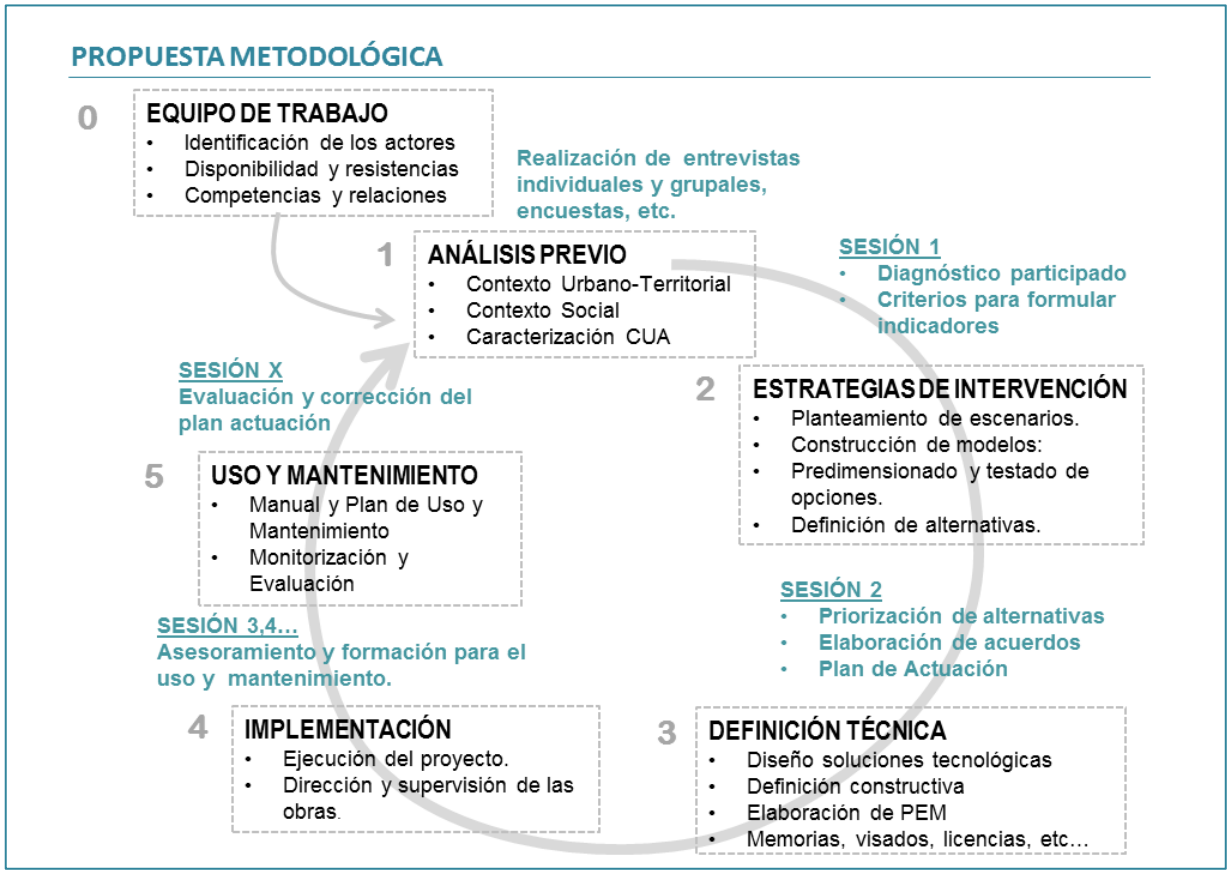


Fig. 1. Propuesta metodológica inicial del proyecto Aqua-Riba.

Dada la especial importancia del trabajo con el vecindario, se contó para este estudio de caso con un equipo especializado en procesos de dinamización social y participación (Cooperativas Ecotono, Crac y Taraceas), que han desarrollado una estrategia adaptada a las condiciones del contexto social del trabajo.

Para la selección del barrio se asumieron criterios de representatividad, diversidad de situaciones presentes y viabilidad del estudio, entre el conjunto de promociones de vivienda pública gestionadas por la Agencia de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía (AVRA).



Fig. 2. Vista aérea barriada de Las Huertas.
Fuente: Google Maps.

La barriada escogida fue Las Huertas, en Sevilla capital. Se trata de un conjunto residencial de 600 viviendas de promoción pública, en régimen de propiedad y alquiler, situado entre la vía ferroviaria y la avenida de entrada a Sevilla desde la autovía N-IV. Está constituido por cuatro núcleos edificatorios con bloques de 7 o 10 plantas, ubicados paralelamente a una banda de espacio público longitudinal que los separa de la avenida.

El trabajo realizado por el equipo en el barrio de Las Huertas entre Abril de 2014 y Marzo de 2015 se resume en las siguientes fases:

Fase 0. Actores clave.

Las tareas realizadas durante esta fase fueron:

- Identificación y caracterización del mapa de actores: administraciones públicas, gestores del agua, propietarios, usuarios, administradores de fincas, miembros de la comunidad educativa y comerciantes de la zona, procurando en todos los casos su implicación en el proyecto.
- Identificación y análisis del marco normativo e institucional, formal e informal.
- Entrevistas grupales e individuales: análisis de las prioridades, disponibilidades y resistencias de cada colectivo para su implicación en el proceso. Recopilación de información.
- Deriva vecinal por la barriada, mostrando y narrando diferentes aspectos relacionados con la gestión del ciclo urbano del agua en la barriada, así como relativos a sus características constructivas y socio-económicas.

Fase 1. Análisis del contexto.

Análisis de las condiciones del contexto social y urbano-territorial de la barriada, que permiten una caracterización integral de los flujos del ciclo urbano del agua en el ámbito de trabajo en su conjunto. Como resultado de esta fase se obtiene, entre otros, la caracterización de la situación de partida en relación al ciclo urbano del agua en la barriada, y que se resumen en el esquema de la Fig. 3.

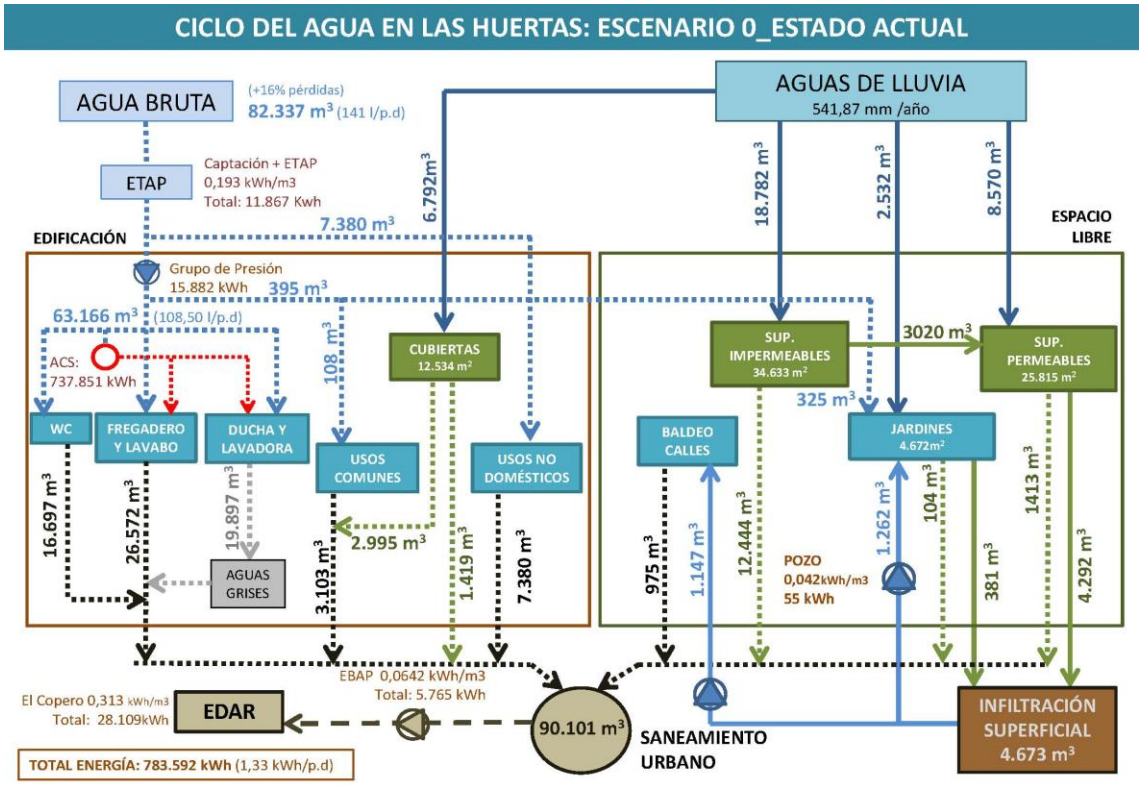


Fig. 3. Situación de partida del ciclo urbano del agua en Las Huertas.

Para ello se sistematiza y analiza información relativa a las condiciones urbanísticas, arquitectónicas, de las infraestructuras del agua y saneamiento, hidrológicas, climáticas, geológicas, etc., basándose en fuentes bibliográficas y documentales, entrevistas con agentes internos y externos y trabajos de campo. (Anexo A.7.1.)

Se realiza además un análisis socio-estadístico de la barriada (Anexo A.7.3.), a través de una encuesta (Anexo A.7.2.) e inspección ocular de las viviendas, a 200 hogares (de un total de 600), obteniendo datos estadísticos relativos a las características socio-demográficas, de las instalaciones domésticas y hábitos de consumo.

Sesión 1: Diagnóstico participado

Se realizó una campaña de comunicación previa para dar a conocer el proyecto Aqua-Riba en el barrio, generar expectación al respecto y provocar la participación del vecindario, buscando un modelo de convocatoria original, que crease el deseo de acudir. Se desarrolla así la campaña "Agua de las Huertas", con diferentes tipos de cartelería y la realización de una convocatoria individualizada a la *sesión de trabajo*, en la que se reparten "mensajes en una botella" a 35 personas identificadas como agentes clave.



Fig. 4. Imágenes de la campaña "Agua de las Huertas": mensaje en la botella, vecinas recibiendo convocatoria y cartelería en elementos destacados.

La sesión de trabajo, en formato de *grupo focal,* se desarrolló con un ambiente distendido y adaptado al grupo, y tuvo el objetivo de discutir las diferentes percepciones sobre la situación de la barriada, de modo que se generase un diagnóstico colectivo, más completo e integrado de la misma. Del análisis de esta primera sesión se extrajeron los criterios con los que evaluar las propuestas de intervención (Anexo A.7.4.).

Finalmente, como resultado de esta primera parte del trabajo, se ha obtenido una caracterización del ámbito de estudio en relación a diferentes aspectos:

- El documento de **análisis y caracterización del contexto urbano-territorial** ha permitido conocer las condiciones físico-naturales e infraestructurales sobre las que se sustenta el ciclo urbano del agua en el Barrio de Las Huertas, proporcionando la información detallada sobre rasgos climáticos, geológicos, hidrológicos, urbanísticos, infraestructurales y edificatorios. (Anexo A.7.1)
- El **reconocimiento de las viviendas y las encuestas a los usuarios** ha facilitado conocer y adaptarse a las características sociodemográficas fundamentales de los hogares, a las características de las instalaciones domésticas y hábitos de consumo, así como a las valoraciones de los vecinos del barrio y usuarios del servicio sobre diferentes aspectos vinculados con el ciclo urbano del agua que les afecta. Este análisis ha permitido así mismo contextualizar la incidencia y aceptabilidad que algunas de las medidas podrían tener. (Anexos A.7.2. y A.7.3)
- El trabajo realizado sobre la **dimensión social**, por medio de entrevistas, reuniones, recorridos por el barrio con agentes claves, talleres, etc., ha proporcionado un importante conocimiento de la realidad social del caso de estudio, además de la puesta en práctica de estrategias de incorporación del vecindario en el diagnóstico, que han permitido conocer la valoración que éstos hacen sobre las problemáticas y potencialidades existentes en el barrio. (Anexo A.7.4.)
- Por su parte, el análisis del **marco institucional** ha identificado y definido los roles, derechos, deberes y funciones de los agentes sociales que participan en el mismo. Los resultados de este estudio han permitido identificar las condiciones en las que insertar las estrategias concretas de actuación propuestas en el caso de estudio, así como avanzar en la identificación del público objetivo al que se pretendía dirigir la investigación. (Anexo A.3)

Fase 2. Estrategias de intervención.

En esta fase del trabajo, el equipo de técnicos se ha encargado de diseñar y testar alternativas de intervención en relación a las problemáticas detectadas y las prioridades establecidas en la fase anterior.

En base a la comprensión del ciclo socio-hidrológico en su conjunto, la relación de las aguas urbanas con los sistemas naturales y la adaptación al contexto físico y social del área de intervención, el equipo plantea un conjunto de medidas a testar para su posible implementación en el caso de estudio, y que se resumen en el cuadro 1.

Una de las principales conclusiones que se extraen de la etapa anterior, es que las posibilidades de implementar soluciones a los problemas que afectan al agua, están íntimamente relacionadas con la capacidad de generar comunidad, de llegar a acuerdos entre vecinos/as y de poner en pie procedimientos de gestión y mantenimiento técnico y económico adecuado de las alternativas propuestas. Es por ello que las diferentes alternativas se clasifican en función a los niveles de complejidad para alcanzar consensos que las pueden hacer viables.

Cuadro 1. Propuestas para la gestión del ciclo urbano del agua en Las Huertas.

INDIVIDUAL	VIVIENDA	BLOQUE	BARRIADA	CIUDAD
Recomendaciones para usuarios para el manejo sostenible del CUA.		Plan de Uso y Mantenimiento.	Auditorías de edificios públicos, hostelería.	Mejoras en la regulación actual.
	Gestión de Fugas: detección, reparación y sustitución de redes.			
	Dispositivos de ahorro: evaluación.	Ajuste de presiones de abastecimiento.	Agua pozo intercambiador calor.	
		Análisis ubicación núcleos húmedos.	Barrio sin CO2	
		ACS soler térmica		
	Reutilización AG con recuperación de calor	Redes separativas: reutilización AG	Recogida y Uso de Pluviales Barriada.	
			Pantalla vegetal de protección ruido y radiación.	
		Jardinería eficiente y xerojardinería		
		Cubierta vegetal	SUDS	
			Superficie Permeable	Depósito . de detención
		+ Cub. Veg. Depuradora	Sistema de Infiltración	Depósito de Retención.
			Sistema de Transporte	
			SUDS Parking	
			Áreas Bioretención.	
			Biojardineras + CSA	
			USB	
			Huertos Urbanos	

LEYENDA: Azul: medidas no estructurales; Naranja: eficiencia energética e hídrica; Gris: reutilización de aguas grises; Verde: naturalización; Rojo: depuración; Marrón: huertas urbanas.

El estudio de las propuestas se agrupa finalmente en un conjunto de ocho documentos (Anexo A.7.5.), referidos a **cinco dimensiones** sobre las que los distintos grupos de investigación y expertos que participan en el equipo Aqua-Riba han trabajado en relación al caso de estudio:

- **Propuestas para la reducción de la demanda de agua potable,** entre las que encontramos un conjunto de soluciones para el ahorro de agua, con la consiguiente reducción de volúmenes de saneamiento y depuración, aplicables en la escala doméstica (propuesta 1), de bloque de viviendas (propuesta 4), y a la demanda de agua de riego (propuesta 5).
- **Ahorro económico vinculado a la gestión eficiente del agua y la energía en la edificación,** desarrollando el estudio de una serie de alternativas para la mejora de la eficiencia en el consumo y la racionalización de los contratos y facturación de los suministros de agua y energía de las viviendas, así como la valoración de los ahorros económicos para los usuarios finales que este tipo de intervenciones generarían. (Propuestas 2 y 3).
- **Auditoría de los usos de agua no domésticos,** que con una orientación principalmente metodológica, permite la mejora de la eficiencia en la gestión del agua en los establecimientos públicos y equipamientos escolares del caso de estudio. (Propuestas 8 y 8b).
- **Propuesta de naturalización para la barriada,** con el objetivo de aumentar la cantidad y calidad de la biomasa verde del barrio, de modo que se logre el máximo confort, la preservación de la biodiversidad, el secuestro de CO_2 y la reducción de ruidos y radiaciones, con la consiguiente mejora de la calidad de vida del vecindario. (Propuesta 6).
- **Propuestas para la integración de sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS),** donde se presentan las posibles intervenciones, a escala de barrio, más adecuadas para la mejora del drenaje urbano en el caso estudio con el objeto, como en el resto de los estudios anteriormente mencionados, de valorar así la viabilidad de incorporación de estas tecnologías en el ámbito de la regeneración urbana en Andalucía. (Propuesta 7).

Se incluye asímismo el estudio realizado para analizar la viabilidad de la captación y almacenamiento de aguas pluviales para su uso como recurso alternativo. No obstante, esta propuesta fue descartada al no conseguirse una buena relación entre la inversión necesaria y los resultados previstos.

Una vez analizados cada uno de estos aspectos, se realiza una puesta en común por parte de los técnicos de las propuestas planteadas, de modo que la integración de las mismas permita una evolución y mejor adaptación al estudio de caso, permitiendo además la incorporación de algunos aspectos relativos a la eficiencia energética e hídrica en el conjunto del sistema que no habían sido considerados anteriormente .

Las descripciones de estas propuestas son posteriormente sintetizadas (Anexo A.7.6.) para resumir y destacar aquellos aspectos fundamentales a la hora de exponer estas medidas a los actores sociales.

Sesión 2: Devolución y priorización de alternativas.

En esta segunda sesión de trabajo con los actores, se realiza por parte del equipo técnico una devolución de información relativa a las alternativas posibles para intervención en el barrio, de manera que estas sean debatidas y priorizadas.

Para la incorporación del vecindario en este proceso de toma de decisiones, se desarrolla un conjunto de acciones descritas con más detalle en el Anexo A.7.7., y que se resumen en:

- **Análisis conjunto de las propuestas** técnicas por parte del equipo técnico-social y pre-selección de las propuestas a plantear.
- **Traducción** a un lenguaje comprensible de las propuestas seleccionadas.
- **Convocatoria** vecinal y de otros agentes implicados.
- **Dos sesiones de devolución** al vecindario y otros agentes implicados.





Fig. 5. Sesiones de trabajo con vecinos y actores sociales.

Integración y evaluación de las alternativas.

Finalmente, el equipo desarrolla un trabajo de **integración del conjunto de propuestas** planteadas a través del análisis de **tres escenarios**, uno referido a la situación actual y dos posibles escenarios futuros. (Anexo A.7.8.).

Estos dos últimos escenarios se plantean en base a **criterios de viabilidad** en los que se consideran tanto aquellas variables analizadas en fases anteriores (relación coste/eficiencia, dificultades constructivas, marco normativo, etc.), como la complejidad en relación a la coordinación de los actores implicados y, muy especialmente, las conclusiones extraídas de la **valoración de las propuestas** realizada por los agentes sociales.

De este modo, se ha planteado **un primer escenario** posibilista y viable a corto plazo en el que se incluyen principalmente acciones que cuentan con un amplio consenso entre los agentes sociales consultados y que no requieren modificaciones a nivel constructivo de las instalaciones de la barriada, por lo que tienen costes más moderados y fáciles de asumir.

El **segundo escenario,** más ambicioso y con un horizonte temporal más amplio, que recoge un conjunto de otras medidas que, si bien en algunos casos incluso cuentan con un claro consenso por parte de los agentes sociales del barrio, requieren obras para su implementación y una mayor implicación por parte de las administraciones públicas, especialmente en la financiación de muchas de ellas.

Las modificaciones en el ciclo urbano del agua en relación a las propuestas y escenarios planteados, se evalúan a través de **herramientas de modelado** en las que se valoran variaciones en caudal y composición del agua, consumo energético, etc. Del espectro de herramientas disponibles, desde el proyecto Aqua-Riba se selecciona la herramienta UWOT (Urban Water Optionering Tool), desarrollada en el marco de los proyectos europeos de investigación WaND y SWITCH, y con ella se elabora un modelo que permite evaluar los escenarios planteados en relación a indicadores relativos a cantidad y calidad del agua, gasto energético, costes, etc.

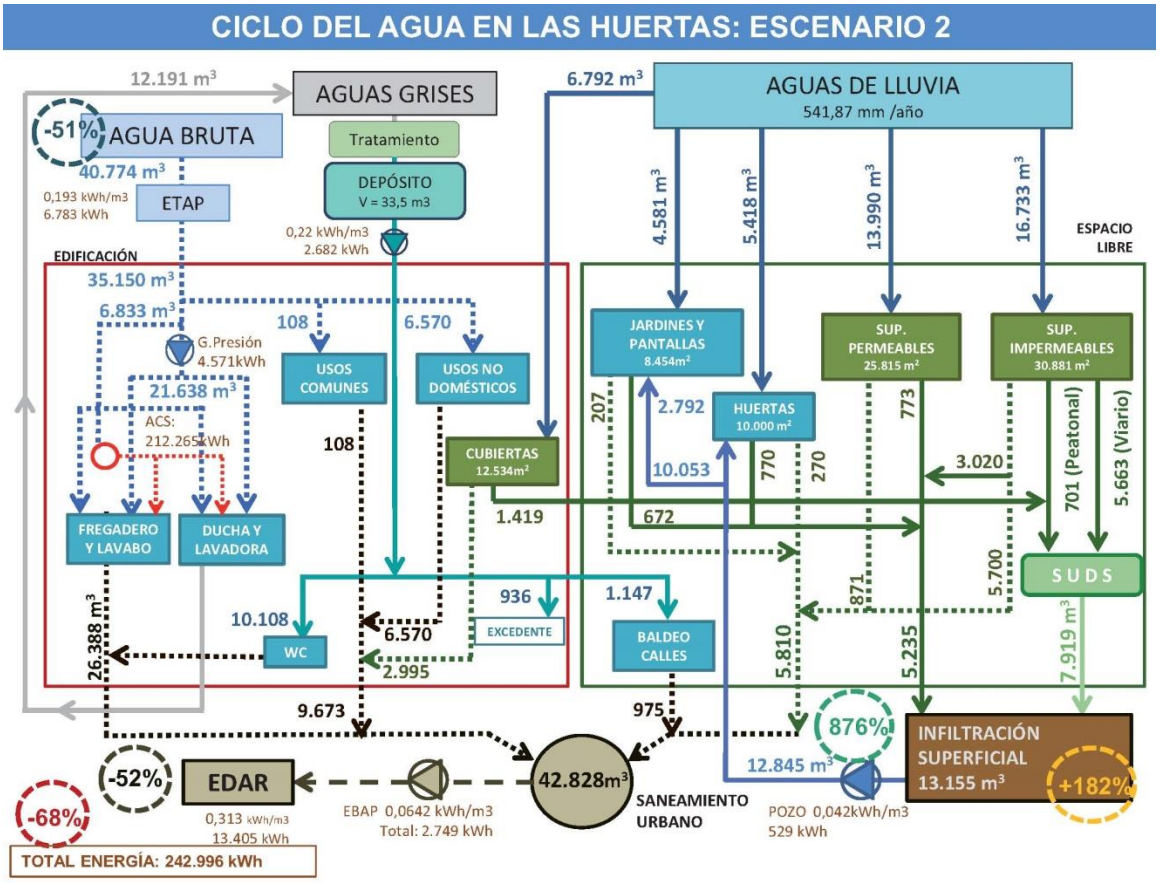


Fig. 6. Escenario 2: conjunto de medidas propuestas a largo plazo.

CONCLUSIONES

Algunas de las conclusiones más generales extraídas de la realización del caso de estudio han sido:

- Se ha confirmado la necesidad de una **perspectiva multidisciplinar e integrada** para abordar la diversidad y complejidad de los múltiples aspectos en presencia en los estudios del ciclo urbano del agua.
- Las posibilidades de implementar soluciones a los problemas que afectan al agua, están íntimamente relacionadas con la **capacidad de generar comunidad**, de llegar a acuerdos entre vecinos/as, y con el clima de convivencia. Es preciso clasificar las diferentes alternativas en función a los niveles de complejidad para alcanzar consensos que las hagan viables, siendo necesario definir propuestas a diversas escalas: personal, vivienda, bloque, barriada, municipio.
- Del análisis del marco institucional se desprende que un **enfoque integrado** que aspira a ir más allá de formalismos, soluciones estándar y genéricas, que aspira a análisis y soluciones adaptados a las necesidades y potencialidades reales, requiere datos, informaciones y conocimientos reales y contextualizados en las circunstancias espaciales concretas.

Como conclusiones específicas de la experiencia desarrollada, cabe destacar:

- El **vecindario participante agradece y destaca la información proporcionada**, así como reconoce la necesidad de que se sensibilice al conjunto del vecindario sobre todas estas cuestiones. Reconoce tener desconocimiento sobre diferentes temas, entre ellos la comprensión de la factura del agua.
- Las propuestas que implican **baja inversión** por parte del vecindario y ahorros en el consumo de agua son **bien acogidas**. Las propuestas que, sobre el supuesto de ser **financiadas por la administración** (ya sea por sus mayores necesidades de inversión, o por repercutir en su ámbito competencial), revierten positivamente en una mejora en la gestión del ciclo urbano del agua y en la calidad de los espacios públicos, también son recibidas con entusiasmo.
- Algo que parece una obviedad, pero que resulta interesante tener en cuenta, es que **las propuestas que no responden a las características sociales y económicas de la barriada no disfrutan de la aceptación del vecindario.** La aceptación del vecindario es fundamental ya que de ellos depende en última instancia que las propuestas se implementen (en un supuesto real) y/o que se mantengan operativas en el tiempo
- En cuanto a la necesidad de clasificar las actuaciones atendiendo a las diferentes escalas de intervención y niveles de complejidad, en la fase del trabajo dedicada a la devolución de los resultados a los agentes sociales, se ha corroborado la necesidad **de identificar los retornos económicos** (vía reducción de costes para los usuarios) que las actuaciones para la mejora de la eficiencia en el uso de agua y energía pueden tener. Este enfoque es fundamental en la perspectiva de generar los recursos necesarios para la **incorporación de empresas de servicios ambientales** que complemente técnica y organizativamente la iniciativa de las comunidades de vecinos, que es el punto de partida imprescindible.

BIBLIOGRAFÍA

- AGUILAR ALBA, M. (2012). *Climatología Aplicada*. Departamento de Geografía Física y Análisis geográfico y regional. Universidad de Sevilla.
- ALLEN, R.G., PEREIRA, L., RAES, D., SMITH, M. (2006). *Evapotranspiración del cultivo. Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.
- ARIZMENDI BARNES, L.J. (1991). *Instalaciones Urbanas. Infraestructura y Planeamiento*. Tomos I, II y III. Librería Editorial Bellisco (MBH). Madrid.
- BUTLER, D; MEMON FA; MAKROPOULOS, C; SOUTHALL, A; CLARKE, L. (2010). *WaND_Guidance on water cycle management for new developments*. CIRIA.
- CABRERA, E., PARDO, M. A., CABRERA, E. Y COBACHO, R. (2011). *Agua, energía y eficiencia o el inaplazable reto de la sostenibilidad*. ITA, Universidad Politécnica. Valencia. VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua "Ríos Ibéricos +10. Mirando al futuro tras 10 años de DMA". Talavera de la Reina.
- CHOW VT, MAIDMENT DR, MAYS LW. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill, New York.
- CIRIA (1996). *Infiltration drainage – Manual of good practice*. Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.
- CIRIA (2000). *Sustainable urban drainage systems: A design manual for England and Wales.* Report C522, Construction Industry Research & Information Association, London.
- COSTELLO, L. (2000). *A Guide to Estimating Irrigation Water Needs of Landscape Plantings in California. The Landscape Coefficient Method and WUCOLS III.* University of California Cooperative Extension. California Department of Water Resources. California.
- CUESTA CORADO, J.R., PÉREZ LOMBARD MARTÍN DE OLIVA, L. (TUTOR). (s/f). *Diseño de instalaciones solares térmicas para la producción de agua caliente sanitaria. Aplicación a un edificio de viviendas.* Proyecto Fin de Carrera. Escuela Superior de Ingenieros. Universidad de Sevilla.
- EMASESA (2007) II Plan de Actuaciones para la mejora del drenaje de la Cuenca del Tamarguillo: Tanque de retención de aguas pluviales en Avda. Kansas City". Sevilla.
- EMASESA (2013) *Expediente de tarifas 2014.* http://www.emasesa.com/
- ENDESA (2014) http://www.endesaonline.com/ES/Hogares/
- FIGUEROA Y SUÁREZ-INCLÁN (2009). *Ciudad y cambio climático*. Muñoz Moya Editores.
- FIGUEROA, M. (Coordinador), *La Vegetación Urbana Como Sumidero de Dióxido de Carbono.* Agencia de la Energía de Sevilla.
- FRANCÉS, F., ALBENTOSA, E., BELLVER, V. Y MARCO, J. (2003) *Hidrología básica para ingenieros*, Valencia: Editorial UPV.
- FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (2000). *Guía práctica de xerojardinería*. Colección Agua Cero. Editorial Bakeaz.
- FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (2001c): *La Ecoauditoria del agua en el centro educativo. Guía práctica,* Zaragoza, Fundación Ecología y Desarrollo.
- FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (2002a): *Guía práctica de auditoría en la Asociación Cultura del Colegio Alemán*, Zaragoza, Fundación Ecología t Desarrollo
- FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (2002b): Guía práctica de Auditoría en el Colegio Salesiano Nuestra Señora del Pilar, Zaragoza, Fundación Ecología y Desarrollo

- FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (s/f): Guía práctica de Auditoría en el Café Astoria, Zaragoza, Fundación Ecología y Desarrollo.
- FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (2002): Guía práctica de Auditoría en Peluquería Inúñez, Zaragoza, Fundación Ecología y Desarrollo.
- CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA-JUNTA DE ANDALUCÍA (2014). *Base de Costes de la Construcción de Andalucía*.
- KWOK, A., WALTER T. GRONDZIK, Y AIA. (2007). *The Green Studio Handbook.* Environmental Strategies for Schematic Design. Elsevier. Oxford (UK)
- LAGO MACÍAS, J. *Procli.* Aplicación diseñada para automatizar el proceso de adquisición de los datos termopluviométricos, su tratamiento estadístico y la obtención de los índices bioclimáticos. http://www.uhu.es/03009/procli/procli0.php
- LÓPEZ PATIÑO, G. (2008). *Sistemas de ahorro de agua. Hidroeficiencia*. Universidad Politécnica de Valencia. CURSO FIDAS-COAS. Sevilla.
- MAKROPOULOS, C. (2014). *Thinking platforms for smarter urban water systems: fusing technical and socio-economic models and tools.* Geological Society, London, Special Publications. doi 10.1144/SP408.4
- MAKROPOULOS, C.K., NATSIS, K., LIU,S., MITTAS, K., BUTLER, D. (2008). *Decision support for sustainable option selection in integrated urban water management*. Environmental Modelling & Software 23 : 1448–1460.
- MOPU (1990). *Instrucción 5.2-IC. Drenaje Superficial.* Centro de Publicaciones. Secretaría General Técnica. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo.
- PALMA CARAZO, I. J. (2003). *Las aguas residuales en la arquitectura sostenible. Medidas preventivas y Técnicas de Reciclaje*. EUNSA.
- PERALES, S., ANDRÉS-DOMÉNECH, I., FERNÁNDEZ, A. (2008). *Los sistemas urbanos de drenaje sostenible en la hidrología urbana.* IX Simposio de Hidrogeología, Asociación Española de Hidrogeólogos, Elche (Alicante).
- POZO-MORALES, L. ET AL., (2014). *Experimental bases for the design of horizontal-subsurface flow treatment wetlands in naturally aerated channels with an anticlogging stone layot.* (Ecological Engineering.70, 68-81).
- ROZOS, E., Y MAKROPOULOS, C. (2013). *Source to tap urban water cycle modelling.* Environmental Modelling & Software 41: 139-50.
- ROZOS, E., Y MAKROPOULOS, C (2012). *Assessing the combined benefits of water recycling technologies by modelling the total urban water cycle.* Urban Water Journal 9 (1): 1-10. doi:10.1080/1573062X.2011.630096.
- SARTE, S. BRY. (2010). *Sustainable Infrastructures: the guide to green engineering and design*. Wiley & sons. New Jersey.
- SASSI, PAOLA. 2006. *Strategies for sustainable architecture*. Taylor & Francis. Oxon-New York.
- SFPUC (2010). San Francis. *San Francisco Storm Water Design Guidelines*. San Francisco Public Utilities Commission. City of San Francisco.
- PUENTE, R. (2013). *Guía para la creación de huertos sociales ecológicos en Andalucía*. Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural. Junta de Andalucía. Sevilla.

AQUA-RIBA

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

CASO DE ESTUDIO: BARRIADA DE "LAS HUERTAS". SEVILLA.

ANEXO 6.1.

ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS URBANO-TERRITORIALES

Equipo AQUA-RIBA

Sevilla, Mayo – Junio 2014

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

INDICE

CAPÍTULOS **PÁG**

0. ANTECEDENTES 4

0.1. Justificación de la elección del caso de estudio

0.2. Objetivos del presente documento.

1. SITUACIÓN DE LA BARRIADA Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CONJUNTO 5

1.1. Situación de la barriada.

1.2. Descripción general del conjunto.

2. CONDICIONES URBANÍSTICAS 8

2.1. Usos del suelo

2.2. Tipología edificatoria y altura de edificación

2.3. Caracterización de los espacios libres

2.3.1. Suelos y Pavimentos

2.3.2. Zonas verdes y vegetación

2.4. Instalaciones Urbanas

2.4.1. Red Urbana de Abastecimiento de Agua.

2.4.2. Red de Saneamiento y Drenaje Urbano

2.4.3. Otras Instalaciones

3. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN 18

3.1. Antecedentes

3.2. Descripción y Análisis Edificatorio

3.2.1. Descripción de los núcleos y bloques

3.2.2. Descripción de las viviendas

3.3. Sistemas constructivos y calidades.

3.4. Instalaciones de los Edificios

3.4.1. Instalaciones de Abastecimiento

3.4.2. Instalaciones de Saneamiento

3.4.3. Otras Instalaciones.

3.5. Principales problemáticas en relación a las instalaciones de agua.

3.5.1. Red de Abastecimiento

3.5.2. Red de Saneamiento

4. CONDICIONES AMBIENTALES 30

4.1. Caracterización climática.

4.1.1. Caracterización climática general de Sevilla

4.1.2. Valores extremos de precipitación en Sevilla.

4.2. Caracterización geológica.

4.2.1. Entorno geológico regional

4.2.2. Entorno geológico local.

4.3. Caracterización hidrológica

5. CICLO URBANO DEL AGUA 38

5.1. Sistema de abastecimiento en alta

5.1.1. Sistema de Aducción y Transporte.

5.1.2. Tratamiento de Potabilización.

5.2. Red de Abastecimiento Urbano.

5.3. Red de saneamiento y drenaje urbano

5.3.1. Estructura general de la red

5.3.2. Proyecto de Tanque de Tormentas

5.4. Depuración de las Aguas Residuales

5.5. Resumen de datos relativos al Ciclo Urbano del Agua en Las Huertas.

0. ANTECEDENTES

0.1. Justificación de la elección del caso de estudio

Para la selección del caso de estudio del proyecto Aqua-Riba, se han establecido inicialmente una serie de criterios de evaluación de las alternativas existentes:

- Representatividad: en relación a parámetros como la tipología y altura de la edificación, perfil socio-demográfico de la población, etc.
- Diversidad de situaciones presentes: espacio público, problemáticas, alternativas aplicables, etc.
- Viabilidad del estudio: información disponible, receptividad de los actores, etc.

Las alternativas a considerar se han basado en el conjunto de promociones de viviendas pública gestionadas por la Agencia de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía (AVRA) en la provincia de Sevilla y, dentro de éste, en aquellos grupos que están conformados por más de 100 viviendas, de cara a tener una escala de trabajo coherente con el enunciado del proyecto.

La barriada seleccionada finalmente ha sido la de Las Huertas, ubicada en Sevilla capital. Se trata de un conjunto residencial de **600 viviendas de promoción pública**, en régimen de propiedad y alquiler, situado entre dos grandes infraestructuras viarias (la vía ferroviaria usada, entre otros trenes, por el AVE Madrid-Sevilla y el eje de entrada a Sevilla de la autovía A-4 denominado Avenida de Kansas City). El conjunto lo constituyen cuatro núcleos edificatorios con bloques de PB+7 o PB+10 plantas, ubicados paralelamente a las infraestructuras viarias mencionadas, y una banda longitudinal de espacios públicos que lo separa de la avenida.

La construcción de este proyecto fue promovida en el año 1973 por el Instituto Nacional de la Vivienda sobre unos terrenos de su propiedad. La construcción definitiva se realizó en el año 1979, aunque no fue hasta los primeros años de la década de los 80 que se adjudicaron.

La propiedad de los edificios fue transferida posteriormente a la Junta de Andalucía que, en la actualidad, los gestiona a través de la Agencia de Vivienda y Rehabilitación de Andalucía (AVRA). Entre los años 2010 y 2012 se lanzó una oferta de compra a los inquilinos a la que accedieron aproximadamente la mitad (310 viviendas), permaneciendo el resto (290 viviendas) en propiedad pública.



Fig. 01. Imagen de la barriada de Las Huertas.
(Fuente: Elaboración propia)

La barriada se ha considerado representativa por ser un conjunto residencial situado en un núcleo urbano andaluz con un número importante de viviendas (600) ubicadas en dos tipos de edificios con número de plantas y alturas diferentes (PB+7 y PB+10), ambos con una tipología de bloque en H (muy común en promociones de aquella época), así como por poseer éstos ciertas características físicas (cubiertas planas, existencia de una cantidad importante de espacios libres alrededor de las edificaciones de muy distinta tipología, etc…) que permitirían la aplicación de determinadas tecnologías relacionadas con la investigación que se está realizando. También el perfil socio-demográfico de la población se ha considerado representativo para el estudio en relación con otras promociones de la provincia.

Por otro lado, en el caso de estudio seleccionado, están presentes situaciones que se han considerado de interés en el estudio de la gestión del Ciclo Urbano del Agua, como una presencia importante de espacios libres que permitiría la implementación de determinadas soluciones relacionadas con el estudio, su cercanía respecto al antiguo cauce del Tagarete o la existencia de un proyecto técnico completo para la construcción de un tanque de tormentas que se ubicaría en el barrio. Dicho proyecto ha sido elaborado por decisión de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y EMASESA, entidades ambas competentes en gestión del Ciclo Urbano del Agua, con la intención de paliar las problemáticas existentes en la Cuenca Urbana del Tamarguillo en el drenaje de pluviales con ocasión de eventos de tormentas significativos.

También resulta de interés el hecho de que, aproximadamente, la mitad de los habitantes (los residentes en los bloques del nº 1 al 17), procedan de un movimiento poblacional desde la barriada de La Corza, muy cercana a Las Huertas, lo cual hace que exista una importante cohesión social dentro del grupo con lazos de vecindad que se han prolongado a lo largo de varias generaciones. A esta circunstancia se une cierta condición de "aislamiento" del barrio condicionada por su ubicación entre dos grandes infraestructuras viarias, lo que le confiere un carácter identitario que los vecinos expresan en su comprensión del barrio "como un pueblo".

Por último, se ha considerado también como un factor positivo su cercanía geográfica que permite una toma de datos exhaustiva así como la posibilidad de acceder al equipo de personas de AVRA que actualmente lleva la gestión de la barriada, así como a una parte importante de la documentación técnica (proyecto original, proyectos de rehabilitación singular de algunos edificios, etc…).

0.2. Objetivos del presente documento

El documento que se presenta tiene como objetivo fundamental la caracterización de las condiciones físicas y materiales sobre las que se sustenta el Ciclo Urbano del Agua en el Barrio de Las Huertas: condiciones urbanas y de la edificación, así como de las instalaciones de abastecimiento y saneamiento en sus diferentes escalas, condiciones ambientales y caracterización del Ciclo Urbano del Agua en la ciudad.

Los objetivos particulares que subyacen a este propósito son:

- Sistematizar la información recopilada en relación a cada uno de los aspectos mencionados, ordenándola y validándola en base a los objetivos del proyecto Aqua-Riba, en general, y de este Caso de Estudio, en particular.
- Analizar la información obtenida, de manera que podamos obtener a través de ella una caracterización cualitativa y cuantitativa de las condiciones físicas y materiales del ámbito de estudio.
- Detectar aquellos aspectos del ámbito de actuación que resulten problemáticos o, por el contrario, potenciales a la hora de plantear estrategias de actuación para la mejora de la gestión del Ciclo Urbano del Agua en el Barrio de Las Huertas.

Para la consecución de estos objetivos, el trabajo realizado ha consistido en las siguientes tareas:

- Entrevistas con los principales agentes a los que se ha tenido acceso (principalmente pertenecientes a la Asociación de Vecinos Félix Rodríguez de la Fuente y al Departamento Técnico de la oficina provincial de AVRA).
- Recopilación de información documental de diversas instituciones (AVRA, EMASESA, Ayuntamiento de Sevilla, IGME, etc.) y otras fuentes documentales y bibliográficas (trabajos de investigación, publicaciones, etc).
- Visitas de campo a la zona de estudio, donde se han realizado inspecciones oculares, levantamiento de datos y comprobación de información *in situ*, acompañados en ocasiones por vecinos del barrio.
- Realización de planimetría específica del área de estudio, en base a la información recopilada.
- Análisis y sistematización de la información.

1. SITUACIÓN DE LA BARRIADA Y DESCRIPCIÓN GENERAL DEL CONJUNTO

1.1. Situación de la barriada



Fig. 02. Situación de la barriada de Las Huertas. (Fuente: Elaboración propia a partir de planimetría de Geoportal IDEA, Junta de Andalucía)

La barriada de Las Huertas está situada en el municipio de Sevilla, entre la primera y la segunda corona urbana que rodean al Casco Histórico. Se encuentra muy cerca del centro geográfico de la ciudad, contando con buenas conexiones con el resto del área urbana.

Delimitan la barriada dos grandes infraestructuras viarias, una ferroviaria -por la que transita el AVE- y otra de tráfico rodado de alta intensidad, la Avda. de Kansas City-vía de salida del núcleo urbano hacia la A-4 que une Sevilla con Madrid. Ambas infraestructuras, al igual que la zona de estudio, tienen su eje principal en dirección suroeste-noreste.

Administrativamente, Las Huertas pertenece al distrito San Pablo-Santa Justa. Concretamente, dos de las edificaciones residenciales principales se encuentran dentro de la sección censal 8-025 y las otras dos en la 8-016. En este sentido, al incluir ambas secciones censales más edificaciones residenciales que las que pertenecen estrictamente a la barriada estudiada, los datos que podemos obtener del censo en relación a esta desagregación administrativa, aunque pueden darnos una idea de las características de la barriada, no pueden ser tomados como datos de referencia.

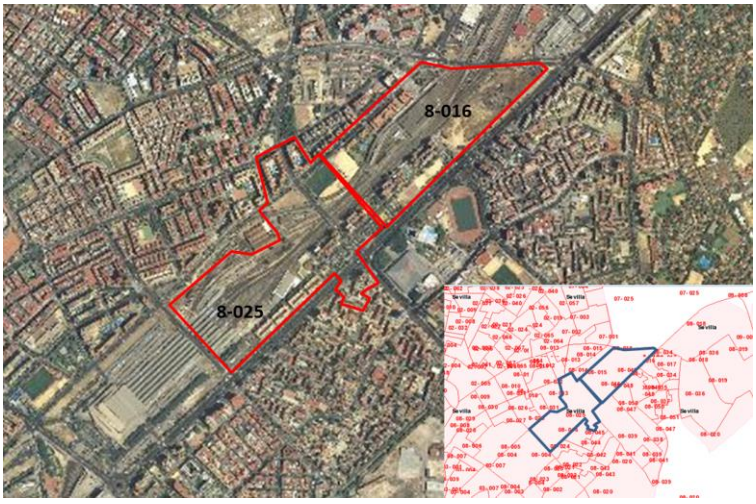


Fig. 03. Mapa de las secciones censales y su delimitación en ortofoto.
(Fuente: MAPEA. Junta de Andalucía)

1.2. Descripción general del conjunto

El **área de estudio**, delimitada en la Fig.04 por la línea roja, tiene **forma** de polígono irregular alargado con eje principal SO-NE, y dimensiones medias de 108 x 635 m. La **superficie total** de los terrenos es de 67.856,04 m^2, si bien la edificación residencial ocupa aproximadamente 11.470 m^2 y la de los equipamientos 1261 m^2, quedando el resto como espacios libres, públicos o de parcela.

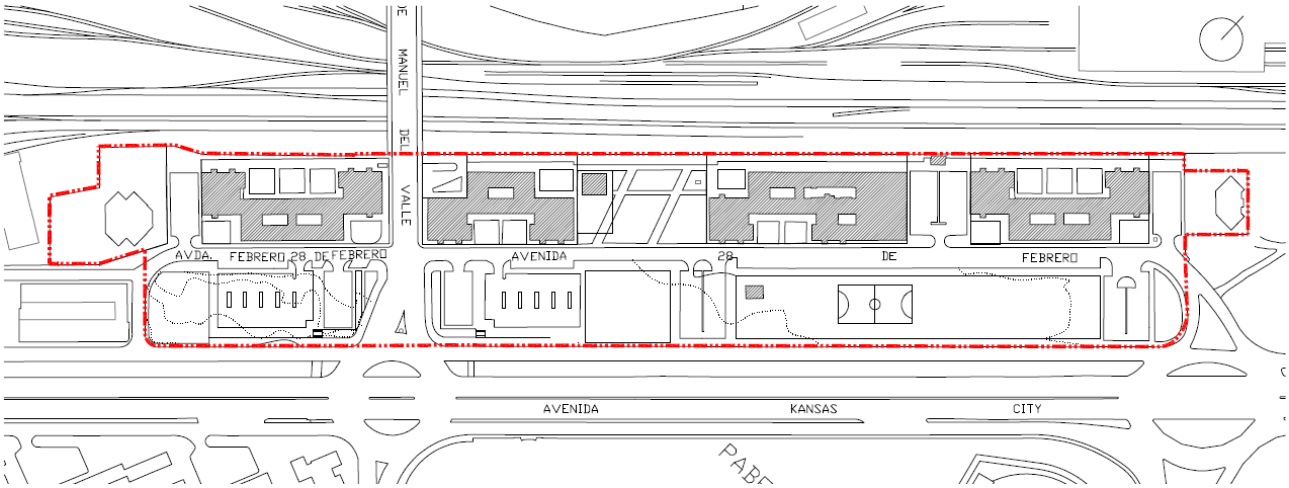


Fig. 04. Delimitación del área de actuación. (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a su estructura, la barriada está formada por dos bandas longitudinales paralelas entre sí y a la Avda. de Kansas City.

- La más cercana a las vías del tren es la banda donde se ubican prácticamente todos los edificios –todos excepto un edificio situado en la zona deportiva- (de uso residencial y dotacional) alternándose con algunos espacios libres tanto públicos como de parcela.
- La banda que linda con la Avda. de Kansas City está formada por espacios libres públicos con diferentes usos: una zona deportiva (con un pequeño edificio de servicios), dos parques infantiles y varias bolsas de aparcamientos, además de zonas ajardinadas. Al tener orientación sureste y situarse frente una avenida de gran anchura, estos espacios libres están bastante expuestos climáticamente con numerosas horas de sol tanto en invierno y verano. No obstante, existen bastantes árboles que ofrecen sombra.



Fig. 05. Vista aérea barriada de Las Huertas. (Fuente: Google Maps)

En relación a la **topografía** de la zona de estudio, ésta es suave, con una diferencia de cotas aproximada entre ambos extremos de la barriada de 1.20 m, lo cual supone un 0.2% de inclinación a lo largo de la Avda. 28 de Febrero. No obstante, estos desniveles se acentúan en relación al viario circundante, con taludes de hasta 1,5m que separan la barriada de la Avda. de Kansas City, y de hasta de 4 m con respecto al plano donde se ubican las vías del tren.

Analizando el **viario** de la zona, paralelo a la Avda. de Kansas City se sitúa el eje principal del barrio, la Avda. 28 de Febrero, que separa las dos bandas longitudinales descritas. Dicha avenida, se curva en sus extremos para generar la conexión con la Avda. de Kansas City.

Además, el barrio es cruzado cerca de su extremo sur por la C/ Alcalde Manuel del Valle también con un tráfico rodado importante y que se eleva sobre las vías del tren a modo de puente. Esta vía separa a la barriada en dos zonas de diferente tamaño.

Por último, los viarios comentados se complementan con varias bolsas de aparcamiento, tres en la banda edificada y dos en la de espacios libres.

En cuanto a la **edificación** del conjunto, los edificios residenciales se agrupan en cuatro núcleos constituidos, a su vez, por una serie de bloques de PB+7 o PB+10 plantas, que se describirán detalladamente en el siguiente apartado. Adjunta a uno de los núcleos de viviendas encontramos una edificación con carácter comercial de PB+1, perteneciente al mismo conjunto edificatorio.

En relación con los equipamientos, en la zona verde central de la banda edificada (Parque Francisco Manzano Pastor) se ubica un edificio de uso religioso y en las parcelas situadas en ambos extremos de la barriada, encontramos dos edificaciones de una planta que albergan las instalaciones del Colegio Público de Educación Infantil y Primaria “Baltasar de Alcázar”. No obstante, este trabajo se centrará, a priori, en el análisis de la edificación exclusivamente de uso residencial.

En el Anexo 7, se incluye un **vídeo** cedido por la empresa Junodrone en el que puede contemplarse una visión global de la zona a vista de pájaro, realizado a través de la grabación de un vuelo teledirigido.

2. CONDICIONES URBANÍSTICAS

El caso de estudio está afectado por el **Nuevo Plan General de Ordenación Urbana de Sevilla** (PGOU, 2006), que asigna una **clasificación** a este área de Suelo Urbano Consolidado.

2.1. Usos del suelo

En el plano de "Ordenación Pormenorizada Completa" (Fig.06) se pueden observar cómo se alternan los diferentes Usos del Suelo Globales y Pormenorizados presentes en la zona de estudio los cuales se detallan a continuación:

- Uso Residencial (parcelas color rosado): en la mayor parte de las parcelas de la banda situada junto a la red ferroviaria está presente el uso "Residencial Vivienda". En concreto, están calificados como edificación residencial plurifamiliar abierta.

- Uso Dotacional-Equipamientos y Servicios Públicos (parcelas color amarillo): en los extremos de esa misma banda cercana a las vías del ferrocarril, se sitúan las dos parcelas donde se ubican dos edificios docentes (ambas instalaciones pertenecientes al Colegio Público "Baltasar de Alcázar"), calificadas como de tipo "Educativo". El área central de esta banda está calificada también como "SIPS-Servicio de Interés Público y Social" (S), aunque prácticamente en su totalidad está ocupada por una zona verde consolidada y mantenida por el Ayuntamiento. Sólo una parcela interior se usa actualmente como SIPS y es aquella donde se ubica la iglesia, que es calificada como S-SC privado.

- Uso Dotacional - Espacios Libres (parcelas color verde): prácticamente toda la banda situada entre la Avda. 28 de Febrero y Avda. Kansas City es de Espacios Libres, en concreto, de "Zonas Verdes", al igual que un pequeño área cuadrada de la primera banda, junto a la C/ Alcalde Manuel del Valle. Como hemos comentado, a estas zonas verdes se les da usos diversos: zonas de aparcamiento, zonas deportivas y dos pequeños parques con zona de juegos infantiles.

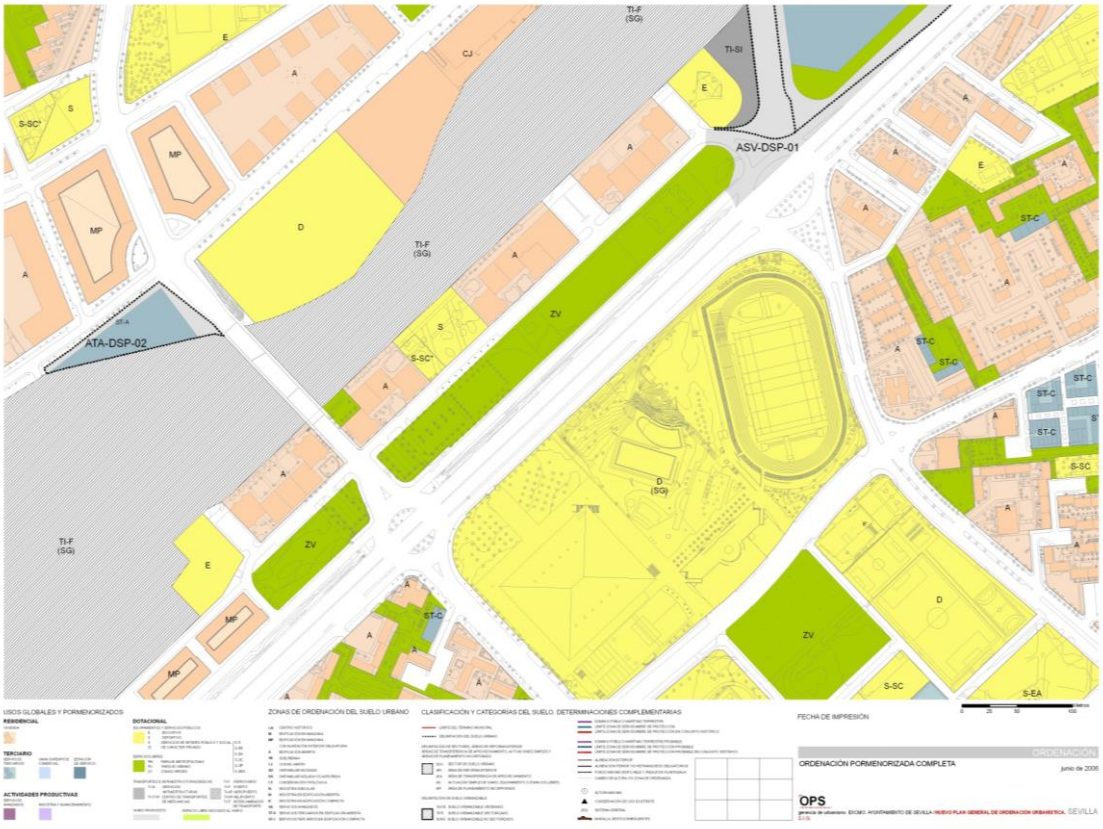


Fig. 06. Plano de Ordenación Pormenorizada Completa. (Fuente: PGOU, 2006)

2.2. Tipología edificatoria y altura de edificación

En cuanto a la tipología edificatoria de los edificios residenciales, según el PGOU, se trata de **Edificación Abierta** cuyas características principales se definen en la ordenanza específica correspondiente.

En relación a las **alturas máximas de las edificaciones** se fijan en los "Planos de Ordenación Pormenorizada Completa" del Plan General. En este caso, el número máximo de plantas es 11, altura que se agota en algunos de los bloques y no en otros (los de PB+7).



Fig. 07. Detalle de Parcela Residencial en Plano de Ordenación Pormenorizada. (Fuente: PGOU, 2006)

Las plantas bajas son porticadas, como permite el PGOU para Edificación Abierta.

Las parcelas edificadas no están valladas y únicamente determinadas zonas ajardinadas están rodeadas por pretiles muy bajos complementados con setos.

En cuanto a la altura de los edificios dotacionales, todos ellos son de una sola planta.

2.3. Caracterización de los espacios libres

Como hemos comentado, los espacios libres podemos estructurarlos del siguiente modo:

- Los **espacios libres de parcela**, situados en su totalidad en la banda cercana a la vía del tren, están constituidos por:
    - Pequeños jardines de barrio (10 grandes y 3 pequeños), ubicados en su mayoría (todos menos 2) junto a las fachadas de los edificios a la Avda. 28 de Febrero.
    - Pequeñas plazas (6), situadas en este caso en las traseras de los bloques 1 y 4.
    - Patios de los dos edificios del colegio "Baltasar de Alcázar".
    - Zona vallada en torno a la iglesia.
    - Banda longitudinal trasera de separación con el muro del ferrocarril: aunque pertenece formalmente a diferentes parcelas, tiene continuidad espacial y de sus elementos.

- Los **espacios libres públicos**, están ubicados mayoritariamente en la banda calificada como zona verde que linda con la Avda. Kansas City, y también en torno a las edificaciones:

    - Parque Francisco Manzano Pastor (calificado en el PGOU como suelo dotacional).
    - Parques con zonas infantiles (2).
    - Zona deportiva.
    - Plaza de acceso peatonal al puente de la C/ Alcalde Manuel del Valle.
    - Viario, acerado e isletas de tráfico.
    - Bolsas de aparcamiento (5).

2.3.1. Suelos y pavimentos

Tras una visita exhaustiva a la barriada, se ha realizado un levantamiento del barrio identificando y localizando los diferentes suelos y pavimentos existentes (ver Fig.08 y plano en Anexo 2.05).

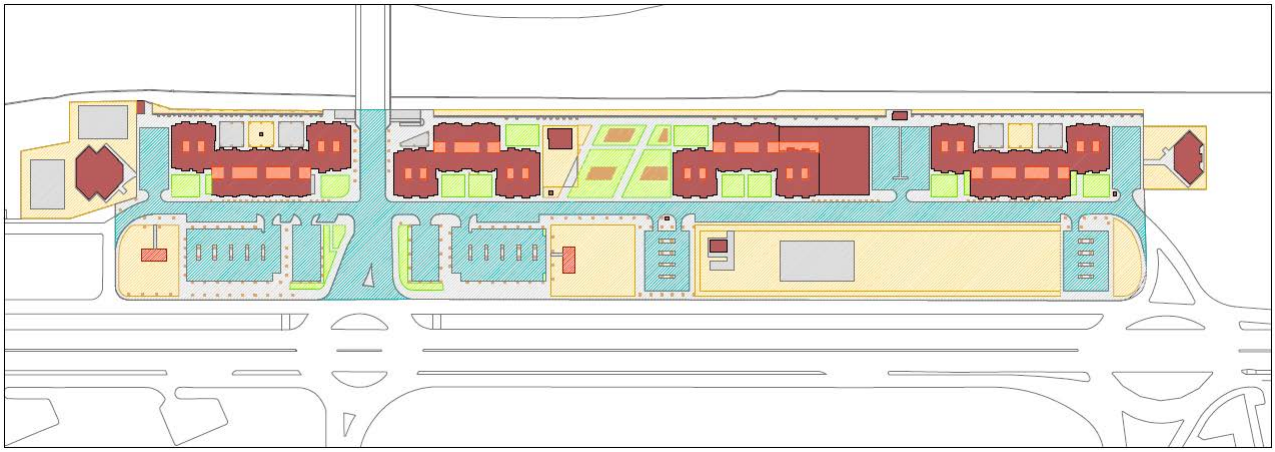


Fig. 08. Plano de caracterización de acabados. (Fuente: Elaboración propia. Anexo 2)

En cuanto a los acabados de estas superficies, se detallan a continuación:

- **Cubiertas de Edificaciones y Patios Interiores** (color rojo teja):

  Los acabados concretos se recogen en el apartado relativo a la edificación. Aunque en dicho apartado se detalla el tipo de cubierta de los edificios residenciales, el resto de edificaciones tiene acabados con un grado de permeabilidad similar (muy baja) y excepto en el caso de los pequeños edificios –centros de transformación, kioscos, etc- en los que el agua es vertida al acerado directamente, en el resto de los casos se recoge directamente en la red de saneamiento correspondiente, a través de sumideros.
- **Acerados** (color gris):

  La mayor parte de los mismos, según el proyecto original, se proyectó con losetas de cemento de 20x20 (de cuatro tacos) sobre solera de hormigón de 10 cm con diferentes variantes de chino lavado sobre el mismo firme. Además, existen pequeños paños acabados con cemento liso con una permeabilidad similar al pavimento de losetas. Los bordillos se proyectaron de granito y hormigón de 15x30 sobre cimiento de hormigón.
- **Superficies de albero** (color amarillo):

  Determinadas zonas libres, como algunas de las plazas ubicadas junto a los edificios, la mayor parte de los parques infantiles, el área deportiva (excepto la pista), la parcela del edificio religioso y otros espacios residuales, se han terminado con este tipo de pavimento muy utilizado y valorado por su acabado natural, mínimo mantenimiento y permeabilidad media que permite la infiltración. Como desventaja, es cierto que no es apropiado para la plantación de especies vegetales.
- **Superficies de tierra**:

  Para la plantación de elementos vegetales existen determinadas áreas donde se ha incorporado tierra vegetal. Es una tierra especialmente preparada con las mejores materias primas para la plantación directa de césped, plantas ornamentales, arbustos en jardines, árboles y cultivo del huerto. Tiene la ventaja de que mejora la capa original del suelo si no es buena -suelos arcillosos o poco profundos (piedra debajo, hormigón, capa compacta, etc.) pues es rica en materia orgánica y aporta nutrientes minerales al suelo.
- **Áreas ajardinadas**:

  Se han considerado así las zonas verdes donde sobre la capa de tierra anterior se ha sembrado césped u otros tipos de tapizantes. Existen zonas ajardinadas junto a los edificios residenciales que necesitan mayores cuidados (riego, poda, etc…) que el resto de las superficies. Estos cuidados, en ocasiones, son realizados los propios vecinos.

- **Superficies artificiales drenantes**:

  En las zonas de juegos infantiles, se han localizado dos áreas con un pavimento similar al corcho que permite evitar daños en las caídas de los pequeños así como un drenaje rápido a su través impidiendo los encharcamientos en esas zonas.

- **Superficies asfaltadas**:

  Es el acabado propio de las vías de tráfico rodado de la barriada. Según el proyecto original, estaba compuesto por sub-base de albero compactado de 30 cm, base de piedra de 15 cm y aglomerado asfáltico tipo IV de 7 cm con betún 60/80. A lo largo del tiempo, es de suponer que se habrán añadido nuevas capas de acabado superficial debido al progresivo deterioro.

Cada uno de estos acabados descritos tiene una permeabilidad diferente. En la Fig. 10, se especifica el *coeficiente de escorrentía* de cada uno de ellos a partir de las tablas de la publicación de Luis Jesús Arizmendi "Instalaciones Urbanas. Infraestructura y Planeamiento", que se presenta a continuación en la Fig. 09.

Valores medios del coeficiente de escorrentía según las características del suelo y de la superficie.

Tipo y características de la superficie				Coeficiente de escorrentía
terreno natural	suelo granular con	vegetación densa con pendiente	< 5 %	0,05 ... 0,20
			> 5 %	0,20 ... 0,35
		vegetación media con pendiente	< 5 %	0,10 ... 0,30
			> 5 %	0,30 ... 0,50
	suelo arcilloso con	vegetación densa con pendiente	< 5 %	0,15 ... 0,30
			> 5 %	0,30 ... 0,50
		vegetación media con pendiente	< 5 %	0,30 ... 0,50
			> 5 %	0,50 ... 0,75
superficie de	césped en suelo	arenoso con pendiente del	< 2 %	0,05 ... 0,10
			2 ... 7 %	0,10 ... 0,15
			> 7 %	0,15 ... 0,20
		arcilloso con pendiente del	< 2 %	0,13 ... 0,17
			2 ... 7 %	0,18 ... 0,22
			> 7 %	0,25 ... 0,35
	pavimento de	grava, desde limpia y suelta a arcillosa y compacta		0,20 ... 0,60
		adoquines o bloques	no rejuntados	0,50 ... 0,70
			rejuntados	0,75 ... 0,85
		hormigón o aglomerado asfáltico		0,75 ... 0,95
	cober-tura de	planas de baldosas cerámicas		0,55 ... 0,75
		de fibrocemento y láminas asfálticas		0,75 ... 1,00

zonas mixtas urbanizadas	libres	parques, jardines, campos deportes, cementerios	0,10 ... 0,35
	residenciales	con chalés unifamiliares	0,30 ... 0,50
		con viviendas unifamiliares adosadas	0,45 ... 0,65
		con bloques de viviendas	0,50 ... 0,70
		en manzanas cerradas	0,65 ... 0,85
	indus-triales	con industria ligera	0,50 ... 0,80
		con industria pesada	0,60 ... 0,90
	adm-co-mer-ciales	en centros especiales	0,50 ... 0,70
		en casco urbano	0,70 ... 0,95

Fig. 09. Valores de Coeficientes de Escorrentía. (Fuente: Arizmendi, 1991)

TIPO DE ACABADO DE LAS SUPERFICIES	SUPERFICIE EN PROYECTO	MIN	MAX	MED
ASFALTO	16179,19	0,75	0,95	0,85
ACERADO	18483,9	0,75	0,85	0,80
CUBIERTAS EDIFICACIÓN	11277,59	0,55	0,75	0,65
CUBIERTAS EDIFICACIÓN (PATIOS)	1455,11	0,55	0,75	0,65
ALBERO	15612,43	0,20	0,40	0,30
SUPERFICIES ARTIFICIALES (CAUCHO,…)	203	0,10	0,35	0,23
TIERRA VEGETAL	746,47	0.10	0,30	0,20
JARDINES (CÉSPED…)	3925,71	0,05	0,10	0,08
SUMIDEROS	4,2	-	-	-

Fig. 10. *Coeficientes de escorrentía* de los diferentes acabados superficiales presentes en la barriada Las Huertas ordenado según el valor medio de cada uno de ellos. (Fuente: Elaboración propia)

Para la elaboración de la tabla anterior, se ha considerado la pendiente mínima a la hora de entrar en las tablas correspondientes y la base del suelo de tipo arenoso.

Finalmente y a partir de los valores de la Fig. 10, se ha calculado el *coeficiente de escorrentía medio* de la zona de estudio (media ponderada de los *coeficientes de escorrentía* de cada una de las áreas) que es de 0,62, lo cual indica que, del total de agua de precipitación, sólo el 38% es infiltrado por el terreno. El otro 62% se convierte en escorrentía superficial que discurre por las diferentes superficies y se incorpora finalmente a las redes de saneamiento.

2.3.2. Zonas verdes y vegetación

Podemos afirmar que el barrio de Las Huertas es una zona de la ciudad bien dotada en cuanto a zonas verdes y espacios vegetados, tanto por el número de elementos como por el cuidado hacia los mismos que, en muchos casos, realizan los propios vecinos y vecinas.

Tras un estudio generalizado, se han clasificado los principales espacios verdes y elementos vegetados de la barriada del siguiente modo:

- Arbolado viario o en alcorque:

  Serían todos aquellos árboles, alineados o no, que crecen dentro de un alcorque. Pertenecen este grupo tanto los árboles de las aceras como los de los patios de manzana o los situados en alcorques en plazas duras.

  Encontramos estos elementos en la banda trasera junto al muro, en ambos acerados a la Avda. 28 de Febrero, en las plazas traseras y, con mayor densidad, en las zonas de aparcamiento. Las especies más utilizadas son naranjos, plataneros y tipuanas (o palo rosa). Éstas últimas han generado en ocasiones levantamiento de acerados debido al crecimiento de sus raíces, lo cual representa una queja por parte del vecindario.

- Jardines de barrio:



Encontramos diez espacios de estas características de unos 180 m^2 y tres de unos 40 m^2, ubicados en torno a la edificación, principalmente junto a las fachadas a la Avda. 28 de Febrero. Estos jardines, que se encuentran vallados, son cuidados por la comunidad, bien directamente por vecinos o por personas contratadas para ello.

Hay una gran diversidad de especies vegetales en estos elementos, tanto arbustivas como arbóreas, ornamentales y frutales (pinos, cipreses, palmeras, granados, naranjos, adelfas, rosales, jazmines, etc…). En muchos casos, el suelo se encuentra cubierto por tapizantes (grama).

- Plazas:

  Hay un total de seis plazas en las traseras de los edificios, cuyos elementos vegetales se limitan a seis alcorques perimetrales en cada una con naranjos en su mayoría, aunque algunos permanecen también vacíos. Solemos encontrar en dichos espacios elementos de mobiliario urbano como bancos y farolas.

- Parques:



Denominamos así a los tres espacios públicos ajardinados, de dimensiones en torno a 1500-2000 m^2 que existen en la barriada. El mantenimiento de estos espacios lo realiza una subcontrata del Ayuntamiento.

Dos de ellos se ubican en la banda de espacios libres, ambos con juegos infantiles, mobiliario urbano, arbolado perimetral y una pérgola de 16 x 4m con diez puntos de plantación de buganvillas, algunas en no muy buen estado.



El tercer espacio de estas características es el Parque "Francisco Manzano Pastor", ubicado en el centro de la barriada entre los núcleos 2 y 3. Se trata de un espacio ajardinado no vallado, de algo más de 2000 m^2 de superficie. Se encuentra en su mayoría cubierto por tapizantes (grama), a excepción de una serie de caminos pavimentados que lo atraviesan y cuatro parterres con diversas especies ornamentales. También encontramos diversas especies arbóreas y elementos de mobiliario urbano.

- Parterres:

Denominamos con este término genérico a un conjunto de elementos ajardinados que encontramos en la confluencia de la Avda. Kansas City con la C/ Alcalde Manuel del Valle, en los que encontramos diversas especies arbustivas (adelfas, lavanda, etc.). En el suelo no crece ningún tipo de tapizante.

- Muro verde:



A pesar de que no se encuentra cubierto en toda su superficie, podemos denominar así al muro trasero de separación con las vías del tren. Encontramos a lo largo de este elemento una serie de jardineras con diferentes especies de trepadoras (buganvillas, hiedras, etc.) que cubren parcialmente el muro, además de una hilera de arbolado.

Existe la creencia por parte del vecindario de que este elemento vegetal ejerce cierta protección respecto a la radiación que pueda provenir al cableado del tren de alta velocidad.

Destaca la disposición en el borde esta zona de un canal abierto de conducción de pluviales, que se encuentra interrumpido en algunos puntos por arquetas de registro de telefonía.

2.4. Instalaciones urbanas

2.4.1. Red urbana de abastecimiento de agua.

Tal y como se observa en los planos proporcionados por EMASESA (Fig.11 y Anexo 5), la instalación de abastecimiento de agua general de la barriada consiste en una red mallada. A partir de un ramal o arteria principal de hierro fundido (HF) que discurre por la Avda. 28 de Febrero (cuyo diámetro varía entre 200 y 250 mm) surgen anillos del mismo material que dan servicio a cada uno de los 4 núcleos residenciales (en este caso, ya con diámetros de 100 o 125 mm según se trate de los núcleos de 4 o de 5 bloques, con un trazado paralelo al perímetro de dichos núcleos). En concreto, hay 4 anillos exteriores y 2 interiores.

La red se conecta a la red general de abastecimiento de EMASESA, al final de la Avda. 28 de Febrero, mediante una tubería de fibrocemento (FC) de 250 mm de diámetro que entronca con la red general formada por una tubería de 500 mm de diámetro de fundición dúctil (FD).

El ramal principal de dicha red de abastecimiento discurre bajo la acera de la Avda. 28 de Febrero más cercana a la edificación, paralela a dicha vía de tráfico rodado mientras que los anillos antes mencionados discurren bajo acerado con un recorrido que es paralelo al perímetro de los núcleos residenciales.

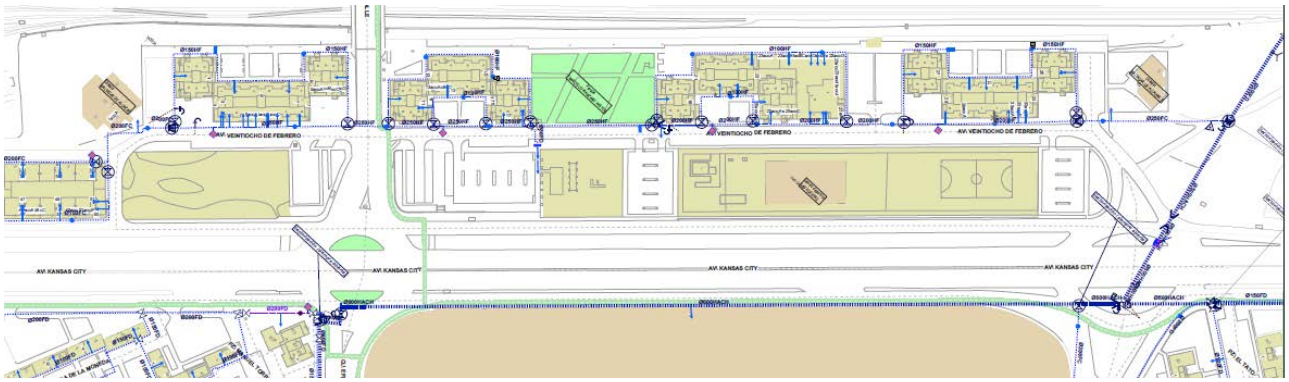


Fig. 11. Esquema general de la red de abastecimiento urbano de Las Huertas. Ver plano completo en Anexo 5. (Fuente: EMASESA)

Por último, en cuanto a los elementos puntuales existentes en dicha red comentar que, según los planos de EMASESA, hay:

- Arquetas de acometida (49): Se ubican delante de cada uno portales de los bloques, frente a los diferentes locales tanto los situados en la Planta Baja de los núcleos residenciales como los del centro comercial, en cada uno de los edificios del colegio y en el parque infantil situado más cerca de la zona deportiva para dar servicio a la fuente-bebedero de dicho parque.
- Llaves de corte (16): Están ubicadas en los extremos de los anillos de cada uno de los núcleos, antes y después del tramo que pasa por delante del Parque “Francisco Manzano Pastor”, así como en los puntos de conexión de la red de la zona con el resto de la red urbana. Están constituidas por válvulas de compuerta.
- Desagües (5): Tres se sitúan a lo largo del ramal principal y los otros dos en los anillos exteriores de los núcleos extremos.
- Bocas de riego (17): Diez se sitúan a lo largo del ramal principal y siete en los diferentes anillos. Son de tipo enterrado en arqueta.
- Bocas de incendio o hidrantes (4): Son enterrados en arquetas y se sitúan a lo largo del ramal principal, delante de cada uno de los núcleos residenciales.
- Punto de medida de presión (1): Hay uno el extremo norte del ramal principal.

Por otro lado, aunque no aparece en los planos de EMASESA, se ha localizado una fuente-bebedero en el parque infantil situado junto a la zona deportiva.

La red anteriormente descrita es única en la zona de estudio ya que no hay una red independiente de agua no potable para otros usos con menores requerimientos (incendio, riego o limpieza de calles). En cambio, sí hay otras 2 fuentes de captación de agua en la zona las cual se utilizan para riego de jardines. Por un lado y según información proporcionada por los vecinos en visita guiada al barrio realizada el 27 de Mayo de 2014, existe un pozo de propiedad y gestión municipal situado en la esquina sur del área deportiva (Fig. 12). Según estas mismas fuentes, este pozo es utilizado para el riego de zonas deportivas y zonas verdes, en concreto, el parque central “Francisco Manzano Pastor” y, al menos, uno de los otros parques vallados -concretamente el ubicado cerca de la zona deportiva-. No obstante, no existe constancia documental de dicha red.

Por otro lado, hay que destacar también la existencia de un pozo en los espacios libres de parcela del Núcleo 1, que es gestionado por los vecinos. Se ubica dentro de una caseta y con él, usando largas mangueras, se riegan los jardines de dicho núcleo.

En cuanto a los problemas percibidos en dicha red municipal, han sido mínimos y sólo cabe destacar la petición por parte de los vecinos de colocar otra fuente en el parque infantil situado en el extremo sur de la barriada. Además, algunos de ellos se quejan de la mala calidad del agua de consumo en las viviendas.





Fig. 12 y 13. Tapa de registro de pozo para agua de riego en zona deportiva y caseta donde se ubica pozo que abastece para riego al Núcleo 1.
(Fuente: Elaboración propia)

2.4.2. Red de saneamiento y drenaje urbano

A partir de los planos proporcionados por EMASESA, puede observarse que la red de saneamiento de la zona estudiada es una red unitaria que recoge tanto las aguas procedentes de la edificación como las pluviales procedentes de la red de imbornales de la urbanización.

El colector principal discurre por el eje de la Avda. 28 de Febrero y es un ovoide de hormigón centrifugado (HM) de 1,20 m de diámetro sobre solera de hormigón, con dirección noreste que partiendo de la C/ Alcalde Manuel del Valle desemboca en el colector principal del Tamarguillo, éste de hormigón armado (HA) y dimensiones 2600x2300 mm que, en este tramo, atraviesa en diagonal la vía del tren y la Avda. de Kansas City continuando por la C/ Tesalónica, al otro lado de dicha avenida.



Fig. 14. Esquema general de la red de saneamiento y drenaje urbano de Las Huertas. Ver plano completo en Anexo 5. (Fuente: EMASESA)

Por el resto de la urbanización pequeñas subredes de hormigón centrifugado, de diámetros de 300, 400 y 500 mm, recogen las aguas de edificios e imbornales llevándolas al ovoide antes mencionado. Sólo se detecta en otro material un pequeño tramo de fibrocemento en la zona meridional que parece que se corresponde con una sustitución puntual debido a una avería.

En cuanto a los elementos de la red, coinciden bastante con lo representado en el plano suministrado por EMASESA, como se pudo comprobar *in situ*, y se detallan a continuación:

- Pozos (93): Son pozos de acometida, que constituyen la conexión con las redes de los edificios, o de registro, ubicados en los cambios de dirección y en tramos excesivamente largos (cada 25 m). Todos son de hormigón armado. Las profundidades de los mismos van desde 1,15 hasta 3,40 m en el más cercano al entronque con la red del resto de la ciudad.
- Imbornales (140): Los hay en superficie o verticales en bordillo. Las rejillas son de hierro fundido.
- Canalones superficiales: En superficie y paralelos al muro trasero que separa la barriada de las vías del tren, discurren varios canalones que permiten canalizar las aguas de lluvia.

El drenaje de pluviales se realiza, principalmente, a través de la red unitaria de saneamiento urbano. En cuanto a sistemas de drenaje urbano específicos, de tipo artificial, no se ha detectado ninguno, excepto la ubicación de superficies permeables en los parques infantiles. El agua que es infiltrada a través de las superficies de la barriada (un 38% de media), lo hace principalmente a través de las superficies ajardinadas o de tierra (incluidas las de albero). El resto lo hará, en proporciones mucho menores, a través de las superficies pavimentadas y del asfalto.

En cuanto a los problemas detectados relacionados con el saneamiento, se puede destacar la rejilla transversal que cruza la calle bajo el puente que, debido a la falta de mantenimiento y limpieza, durante las primeras lluvias genera pequeños charcos. También se detecta por los vecinos, una zona de encharcamiento en el acceso a la barriada por el norte, por un problema de pendientes al existir en una zona del viario deprimida respecto a los sumideros (Ver plano Anexo 7).

Otra cuestión es la composición de las escorrentías generadas por el agua de lluvia. El volumen y la composición de los contaminantes de estas aguas, dependen de las superficies de captación y del uso de éstas. Las superficies de cubiertas, acerados, jardines, asfalto, etc…, incorporan una serie de contaminantes, aparte de la contaminación húmeda que es compartida por todas ellas, de características y valores muy diferentes. Lo más singular que encontramos en la barriada es la contaminación generada por el tráfico rodado en la C/ Alcalde Manuel del Valle, desde la coronación del puente hasta la Avda. de Kansas City. Esta, al soportar un tráfico muy intenso, genera una gran contaminación en la superficie rodada (aceites y grasas, restos de neumáticos, residuos tóxicos, etc…) que son arrastradas por el agua de lluvia y evacuadas por el sistema general de saneamiento de la barriada.

Es, por tanto, necesario evaluar las superficies y los caudales que genera anualmente y la composición de los contaminantes del agua de escorrentía en cada una de estas superficies.

2.4.3. Otras instalaciones

- Red urbana de electricidad

Se planteó, en el proyecto original, una línea de A.T. que enlazaría con la futura red a construir, intercalándose en su trazado dos transformadores. En la actualidad, uno de estos centros de transformación está ubicado entre el Colegio “Baltasar de Alcázar I” y el Núcleo 1 y el otro entre el Núcleo 3 y el Núcleo 4. Desde éstos, se distribuye la red de Baja Tensión a los distintos bloques y también a los cuadros de maniobra de la red de alumbrado público. El alumbrado público se ejecutó con conductores de aislamiento plástico bajo tubo. Se proyectaron unidades de iluminación formadas por farolas tipo “báculo” de 3,5 y 11m con lámparas de Vapor de Mercurio de 125 y 400 V.

- Red de gases combustibles

Se dotó a la urbanización, desde el principio, de redes de distribución de gas ciudad, de acuerdo con las normas dictadas por la empresa suministradora, que abastecen en la actualidad a la mitad del vecindario aproximadamente.



Fig. 15. Arqueta de registro de telecomunicaciones que intercepta canalón de drenaje. (Fuente: Elaboración propia)

- Red Urbana de Telecomunicaciones

Se incluía, en el proyecto original, la correspondiente canalización telefónica de acuerdo con las normas de la compañía suministradora que entonces era la Compañía Telefónica Nacional de España.

Se observan arquetas de registro de dicha instalación en la zona trasera de los edificios, paralelamente al muro trasero de separación con la vía ferroviaria. Por su ubicación, estas arquetas interrumpen un canalón en superficie que sirve de elemento de drenaje urbano.

Por otro lado, comentar que, según los planos suministrados por EMASESA sobre líneas de Fibra Óptica, en la barriada no discurre ningún tramo de la misma. La más cercana pasa por la acera opuesta de la Avenida de Kansas City.

- Recogida de residuos sólidos urbanos

En la actualidad hay, a lo largo de la Avenida 28 de Febrero, varios contenedores para recogida selectiva (orgánica, envases o papel). No existe ninguna red enterrada de recogida de R.S.U.

3. CARACTERÍSTICAS DE LA EDIFICACIÓN

3.1. Antecedentes

El proyecto original, realizado en el año 1973, englobaba tanto la ordenación y urbanización de los terrenos como el proyecto de edificación y fue firmado por los arquitectos D. Rafael Arévalo Camacho y D. Miguel Martínez de Castilla.

Entre 2007 y 2009 se realizan una serie de Proyectos de Obras de Rehabilitación Singular (ORS) de siete de los bloques (correspondientes a los nº 1, 5, 9, 11, 17, 21 y 29), por encargo de la Oficina de Rehabilitación Singular de EPSA (nombre anterior de AVRA). Estos proyectos recogían obras relativas a impermeabilización de cubiertas, cambio de ascensores, mejora y actualización de instalaciones eléctricas, etc. De estos proyectos, tan sólo se han ejecutado los correspondientes a los bloque 1, 5 y 11.

También, desde el año 2004, se han ido realizando intervenciones sobre los edificios para la individualización de contadores de abastecimiento de agua, habiendo culminado en el presente año 2014.

3.2. Descripción y análisis edificatorio

El **conjunto residencial** está constituido por cuatro núcleos edificatorios o agrupaciones cada uno de los cuales, a su vez, están conformados por 4 o 5 bloques. En concreto, los dos núcleos de los extremos (1 y 4) están formados por 5 portales y los dos centrales (2 y 3) por 4.

En cuanto al programa, éste se desarrolla mediante dos tipos de bloques que el proyecto original denomina bloque “Tipo A” y bloque “Tipo B”:

- Bloque “Tipo A”: Bloques de PB+7 plantas que se sitúan en la zona central de los núcleos, con tres o cuatro testeros en medianería. Corresponden a los números: 3, 5, 7, 13, 15, 21, 23, 29, 31 y 33.
- Bloque “Tipo B”: Bloques de PB+10 plantas que se sitúan en los extremos de los núcleos, con un solo testero en medianería. Corresponden a los números: 1, 9, 11, 17, 19, 25, 27 y 35.

3.2.1. Descripción de los núcleos y bloques

Los **núcleos 1 y 4**, formados por tres bloques “Tipo A” y por dos bloques “Tipo B”, tienen forma de U de manera que en los extremos y más cerca de las vías del tren se sitúan los más altos y en la zona central y más cerca de la Avda. 28 de Febrero los más bajos.

Los **núcleos 2 y 3**, formados por dos bloques “Tipo A” y por dos “Tipo B”, también tienen forma de U pero invertida respecto a los anteriores. En los extremos se sitúan los más altos pero, en este caso, estos están más alejados de las vías del tren y en la zona central y más cerca de las mismas se ubican los dos más bajos.

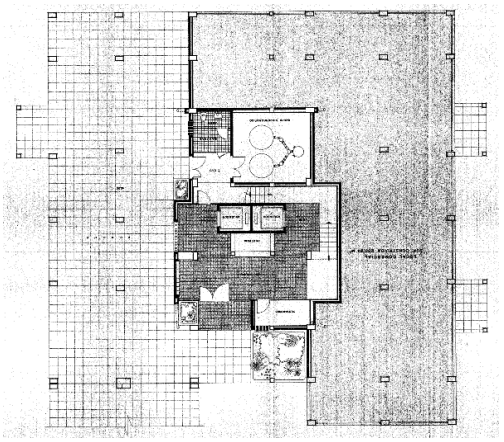
A continuación, se especifican los bloques pertenecientes a cada núcleo:

NUCLEO 1	NUCLEO 2	NUCLEO 3	NUCLEO 4
Bloque Nº1	Bloque Nº11	Bloque Nº19	Bloque Nº27
Bloque Nº3	Bloque Nº13	Bloque Nº21	Bloque Nº29
Bloque Nº5	Bloque Nº15	Bloque Nº23	Bloque Nº31
Bloque Nº7	Bloque Nº17	Bloque Nº25	Bloque Nº33
Bloque Nº9			Bloque Nº35

En las plantas bajas de los Núcleos 2 y 3, se disponen locales comerciales para el establecimiento de comercios de primera necesidad, con una superficie construida total de 1.482,91 m2, según el proyecto original.

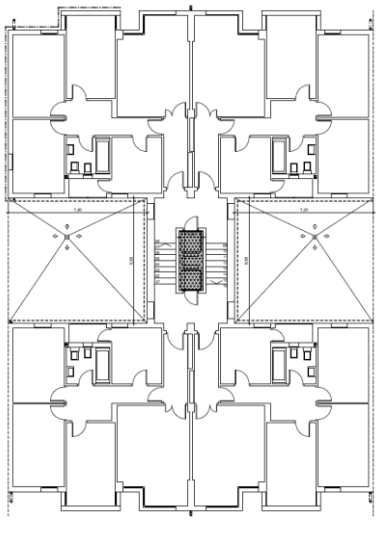
Con independencia de los locales comerciales que se disponían en las plantas bajas de los bloques, se proyectó un Centro Comercial con una superficie construida total de 1.676,35 m2 junto al núcleo 3, con varios locales de uso comercial o asociativo. En la actualidad, la primera planta de estas instalaciones está gestionada por la Asociación

de Vecinos “Félix Rodríguez de la Fuente”, siendo utilizadas con diversos fines organizativos, recreativos e incluso de asistencia a la población del barrio.



En ningún bloque hay Planta Sótano y, en todos ellos, la Planta Baja es porticada. En ella no hay viviendas y únicamente se ubica el portal con los cuartos de instalaciones correspondientes (cuarto del grupo de presión, cuarto de contadores de agua y cuarto de contadores de electricidad) así como los locales comerciales correspondientes a cada uno. (Ver Planos en Anexo A.3)

Fig. 16. Plano de planta baja. (Fuente: Proyecto original)



Todos los bloques de la promoción tienen un **esquema en H** con **núcleo de comunicación central y 4 viviendas por planta**. La diferencia con el esquema clásico es que, en este caso, las 4 viviendas no están en la misma cota sino que se van alternando, situándose 2 en un nivel y otras 2 en un nivel superior, intermedio entre el anterior y la planta superior.

De esta manera, la mitad de las viviendas están en su correspondiente planta y la otra mitad en las semiplantas correlativas a las anteriores y, por tanto, en cada planta las zonas comunes están divididas en dos zonas a distinta altura con una diferencia de cotas de 1.30 m.

Fig. 17. Planta tipo del proyecto. (Fuente: Proyecto ROS)

Esa diferencia de cotas también se traslada a cubierta que tiene 2 zonas a distinta cota que son totalmente independientes (de hecho, la más alta no es accesible más que a través de unas ventanas del castillete).

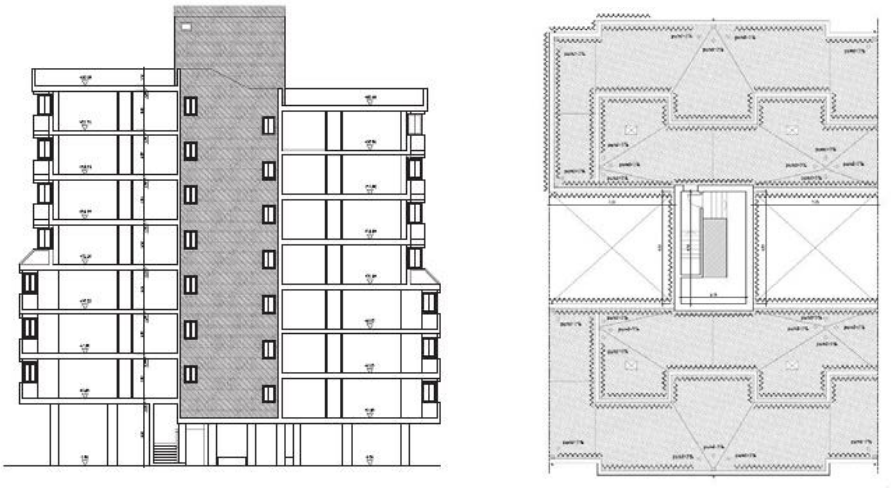


Fig. 18. Sección del bloque “Tipo A” y planta de cubiertas. (Fuente: Proyecto ORS)

La comunicación vertical de cada bloque se soluciona con dos ascensores que abren, respectivamente, hacia los rellanos de cada una de las semiplantas. Las escaleras rodean a dicho núcleo de ascensores, con tramos que conectan ambos rellanos. La diferencia de cotas entre forjados de viviendas en una misma vertical es de 2,95 m. (ver Planos en Anexo 3).

3.2.2. Descripción de las viviendas

En la promoción hay diferentes tipos de viviendas según el número de dormitorios (2, 3 o 4), por indicación en su día del propio Instituto Nacional de la Vivienda. A continuación, se detalla el número de cada una de ellas y porcentaje que supone respecto al total:

Nº DORMITORIOS	**Nº VIVIENDAS**	**PORCENTAJE**
Viviendas 2D	24	4%
Viviendas 3D	504	84%
Viviendas 4D	72	12%
TOTAL	**600**	**100%**



Fig. 19. Detalle de viviendas de 2, 3 y 4 dormitorios. (Fuente: Proyecto original)

El **esquema general** de las viviendas es el mismo en todos los casos, aunque con las variantes correspondientes al número de dormitorios o de núcleos húmedos. Existe una clara diferenciación de las zonas de día y de noche así como de la zona de servicio. Así, todas las viviendas tienen dos crujías situándose en la exterior el salón y tres o dos dormitorios y en la interior uno o ningún dormitorio y la zona húmeda (cocina y baño), que es la que se sitúa más cerca de las zonas comunes del edificio. Sólo las de 4 dormitorios tienen lavadero.

Además, las terrazas, como elementos opcionales, forman parte del programa hasta una determinada altura a partir de la cual se eliminan incorporándose al estar con el consiguiente aumento de la superficie interior. No obstante, en las últimas plantas, aparecen de nuevo aunque en forma de miradores cerrados para aprovechar las magníficas vistas sobre la ciudad.

Conjugando este factor y el número de dormitorios resultan todas las variantes distintas de viviendas cuyas superficies útiles varían entre los 60,20 y los 97,40 m^2 y las construidas entre los 77,98 y los 119,97 m^2.

La estructuración del bloque se estudió de manera que las viviendas proyectadas puedan superponerse unas sobre otras independientemente del número de dormitorios que componga su programa. Por instrucciones del Instituto Nacional de la Vivienda, las viviendas de 4 dormitorios sólo se disponen en las plantas inferiores con la idea de "conseguir que no tengan que hacer uso de los ascensores los usuarios de los pisos con mayor número de población infantil".

Los bloques “Tipo A”, con un número de plantas de PB+7, se organizan de la siguiente manera:

- Planta Baja: Ninguna vivienda.
- Plantas 1ª, 2ª y 3ª: 4 viviendas de 3 dormitorios con terrazas.
- Plantas 4ª, 5ª, 6ª y 7ª: 4 viviendas de 3 dormitorios sin terrazas.

Los bloques “Tipo B”, con un número de plantas de PB+10, se organizan de la siguiente manera:

- Planta Baja: Ninguna vivienda.
- Plantas 1ª, 2ª y 3ª: 3 viviendas de 4 dormitorios y 1 vivienda de 3 dormitorios con terraza (situada en el testero de unión con los bloques “Tipo A”).
- Plantas 4ª, 5ª, 6ª y 7ª: 4 viviendas de 3 dormitorios sin terrazas.
- Plantas 8ª y 9ª: 4 viviendas de 3 dormitorios con terrazas.
- Planta 10ª: 1 vivienda de 3 dormitorios con terraza (situada en el testero de unión con los bloques “Tipo A”) y 3 viviendas de 2 dormitorios con terrazas.

3.3. Sistemas constructivos y calidades.

- Cimentación

Según el proyecto original, se realizó a base de pilotes con sus correspondientes encepados y vigas riostras de hormigón.

- Estructura

Se trata de una estructura porticada de hormigón armado. Los forjados son planos y reticulares con nervios de hormigón y casetones de aligeramiento. Además, se incluyen pilares y losas de hormigón.

- Albañilería

El tratamiento externo de los edificios se realiza mediante cerramiento a base de fábrica de ladrillo visto con algunos paños o paramentos enfoscados para pintar. En el caso de los paños de ladrillo visto, éstos están formados por ½ pie, cámara y tabique enfoscado interiormente y, en el caso de los paños con terminación de enfoscado, por ½ pie de LHD para enfoscar con mortero de cemento, cámara y tabique de ladrillo sencillo con el mismo mortero.

Las cubiertas, en el proyecto original, eran inclinadas pero fueron sustituidas (cuando aún pertenecían al Instituto Nacional de la Vivienda) y, actualmente, son planas y transitables habiéndose incorporado como elementos de acabado unos remates en todo su perímetro -una especie de cornisas inclinadas de chapa sobre soportes- para conseguir una imagen exterior similar a la de la solución primitiva. Las cubiertas planas actuales son azoteas a la andaluza.



Fig. 20. Imagen de la cubierta y cornisa. (Fuente: Proyecto ORS)

En los Proyectos de Obras de Rehabilitación Singular (ORS), realizados entre 2007 y 2009, se realizaron una serie de obras de mejora. Las actuaciones que se preveía realizar en relación al presente apartado eran relativas a la estanqueidad frente a la lluvia y se trata de intervenciones en cubiertas, fachadas y patios.

En concreto, dichas actuaciones se detallan a continuación:

- Sustitución de la capa impermeabilizante de cubierta de solería 14x28 y pintado.
- Picado, revestido con mortero y pintado de paramentos de los patios, incluyendo castillete.
- Tratamiento de las fachadas con material hidrófugo invisible.

- Acabados

  - Solados y alicatados: Según el proyecto original, la solería del interior está compuesta baldosas de 30x30 de terrazo pulido *in situ* con colores claros y la solería de los porches está formada por una losa de chino lavado sentado con mortero de cemento. Los alicatados están constituidos por azulejos de 15x15 tomados con mortero de cemento.
  - Carpintería: La carpintería interior es de madera con hojas normalizadas y cerco metálico. La exterior es metálica en ventanas y las puertas de salida a las terrazas son correderas de chapa laminada en frío. La carpintería se complementa con persianas enrollables de plástico.
  - Vidriería: Sobre la carpintería se dispone *cristanina* (hoja de vidrio de mayor espesor que el ordinario) o vidrio doble, según los casos.
  - Pintura: Las pinturas son específicas para exteriores sobre enfoscados exteriores o sobre el ladrillo visto, al silicato para interiores y al óleo para carpinterías.
  - Otros: Se colocan buzones en portales.

3.4. Instalaciones de los edificios

3.4.1. Fontanería y aparatos sanitarios

En todos los edificios se planteó desde el proyecto original, dada la importante altura de los mismos, una instalación de abastecimiento de agua con sistema de sobreelevación. Para garantizar la presión en todos los pisos, cada uno de los bloques estaba dotado de un grupo de presión hidroneumático ubicado en un cuarto de instalaciones que hay en cada uno de los portales. Todos ellos estaban dotados de dos bombas de 2 C.V. (para un caudal de 900 l. y 35 m.c.a. de altura manométrica), un depósito de presión de 800 l., dos presostatos, un cuadro eléctrico, el guardamotor, las válvulas necesarias y dos depósitos auxiliares de 2000 l. de Uralita, así como el by-pass correspondiente.



Fig. 21. Bombas del grupo de presión del Bloque Nº29. (Fuente: Elaboración propia)



Fig. 22. Depósito auxiliar y by-pass del grupo de presión del Bloque Nº29. (Fuente: Elaboración propia)



Fig. 23. Depósitos de presión del Bloque Nº35. (Fuente: Elaboración propia)

No obstante, es importante comentar que en el proceso de sustitución de instalaciones que ha implicado la individualización de contadores, realizada ya en todos los bloques, es muy probable que en los edificios del conjunto residencial se hayan sustituidos, sino todos, al menos la mayoría de estos elementos incluidos los grupos de presión y los depósitos hidroneumáticos o de presión sustituyendo al original.

De este modo, tras visita realizada por el equipo a un edificio de PB+7 (Nº29) y otro de PB+10 (Nº35), se observó que la potencia de las bombas no es la misma en todos los bloques y, en algunos casos, incluso se han colocado dos depósitos hidroneumáticos o de presión sustituyendo al original.

En los manómetros correspondientes a estos dos bloques, las presiones suministradas por las bombas eran de aproximadamente 60 y 65 m.c.a. respectivamente. Tras un análisis de la distribución de presiones en las diferentes plantas, se ha llegado a la conclusión de que, al menos en los bloques analizados, las presiones de las dos o tres primeras plantas tienen valores mayores al permitido por el CTE (50 m.c.a.) siendo también excesivos los del resto de las plantas. En concreto, en las últimas plantas, siendo el mínimo exigido 10 m.c.a., éstos duplican o triplican, según el caso, dicho valor. Además, en las visitas realizadas no se han observado válvulas reductoras de presión. Estas conclusiones concuerdan con las quejas de algunos vecinos en cuanto a la fuerza con que sale el agua en sus duchas - muchos de los cuales, como solución provisional, cierran parcialmente la llave general de la vivienda- y permiten pensar en soluciones en las que se disminuya la presión de salida del agua de las bombas consiguiendo mejorar dicha problemática así como un ahorro de agua importante.

Por otro lado, la red de distribución de agua original estaba compuesta por tuberías de hierro galvanizado con piezas especiales y llaves de paso, siendo los desagües, manguetones y botes sifónicos de plomo.

En cuanto a la contabilización del consumo, ésta se hacía de manera comunitaria mediante un contador general único situado en el cuarto del grupo de presión de cada uno de los portales, siempre tras la llave general del edificio y antes del depósito auxiliar. Tras el grupo de presión correspondiente, la tubería principal de alimentación de cada uno de los bloques, de 2 ½", se bifurcaba en dos ramales (uno por rellano y sin diámetros definidos en el proyecto original) los cuales ascendían desde planta baja por los huecos de instalaciones ubicados junto a las puertas de acceso de las viviendas ramificándose hasta las mismas, en cada una de las plantas.

En el año 2004, a partir de un Proyecto de Individualización y Centralización de Contadores de Abastecimiento de Agua (al que no se ha tenido acceso), se han ido sustituyendo las instalaciones de abastecimiento existentes por nuevas instalaciones de cobre, al menos hasta la acometida a cada una de las viviendas, con contadores divisionarios y centralizados en Planta Baja. Dicha centralización se ubicó en un cuarto de pequeñas dimensiones (antiguo cuarto de basuras y aseo) situado junto a aquel en que se ubica el grupo de presión.

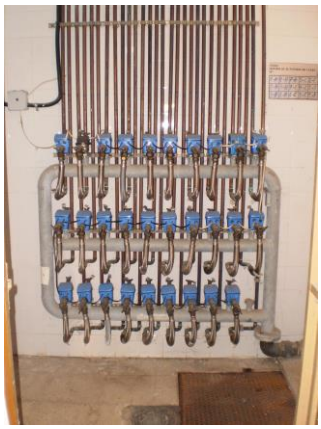


Fig. 24. Batería de contadores del Bloque Nº29 (PB+7). (Fuente: Elaboración propia)

En los edificios más altos (PB+10) se han colocado dos baterías de contadores concentrándose en uno de ellos sólo los contadores de la Comunidad y las viviendas de plantas inferiores (1ª, 2ª y 3ª) mientras que en el otro están los de las superiores.

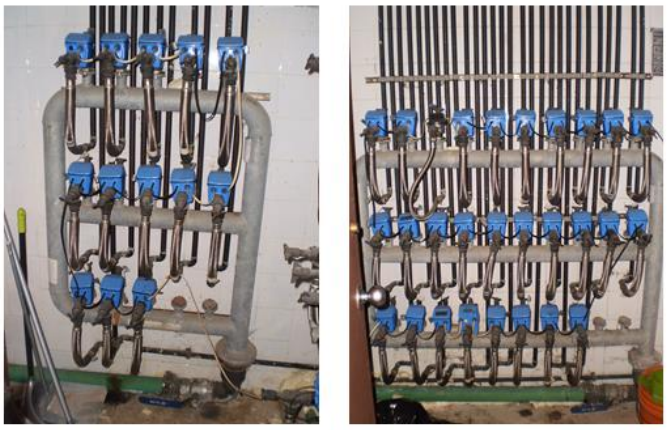


Fig. 25. Dos batería de contadores del Bloque Nº35 (PB+10). (Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a los nuevos montantes individuales, por problemas de espacio, se ubicaron en el exterior del edificio, en la fachada del patio correspondiente al núcleo de escaleras, desde donde se introducen en cada una de las viviendas por el lavadero. No cuentan estos montantes con ningún tipo de protección, por lo que el agua sufre importantes variaciones de temperatura según las estaciones del año.

En relación a la producción de A.C.S. (agua caliente sanitaria), ésta se realiza directamente en el interior de las viviendas mediante calentadores de agua o termos ubicados en el lavadero o en la cocina, según el caso. Aunque en el proyecto original se proyectaron calentadores alimentados por gas ciudad, a lo largo de los años, muchos han sido sustituidos por otros de gas butano e, incluso, eléctricos.

En el interior de las viviendas, la concentración y cercanía de los cuartos húmedos al núcleo de comunicación optimiza los metros de tubería utilizada tanto de agua fría como caliente. Sus diámetros oscilan entre ½" y ¾". Por otro lado, llama la atención en el proyecto original la ausencia de llaves de corte individuales para cada uno de los cuartos húmedos que permitieran independizar cada una de sus redes. Como curiosidad, en los cuartos de baño de todas las viviendas se dividió el espacio en dos para permitir el uso simultáneo del mismo por los diferentes habitantes de las viviendas.

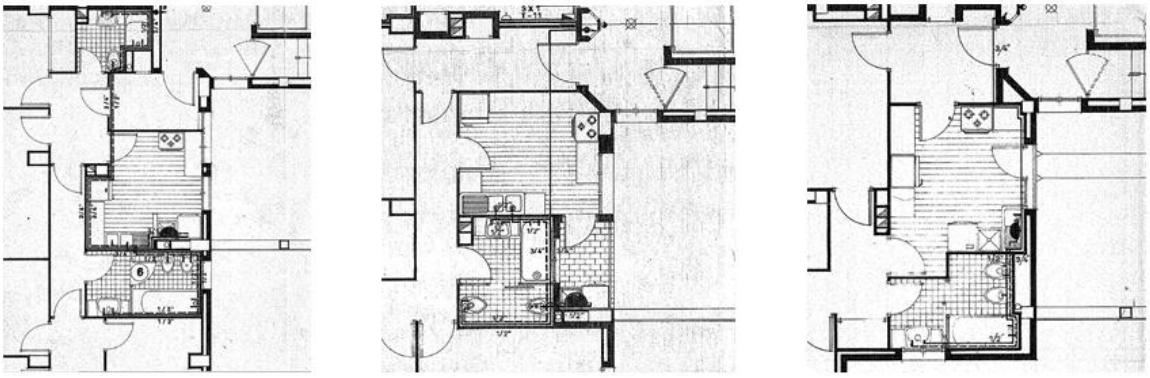


Fig. 26. Red de agua fría y agua caliente en viviendas de 4, 3 y 2 dormitorios. (Fuente: Proyecto original. Ver planos Anexo 3)

En relación a los aparatos sanitarios, en el proyecto original, las bañeras se plantean de acero esmaltado de 1,40 ms con grifería cromada incluida la ducha. Además, las viviendas tenían inodoro con cisterna de plástico, bidé y lavabo empotrado en piedra artificial. El fregadero era de dos senos con escurridor y también había originalmente una pila lavadero de porcelana de 50x50.

Actualmente, hay muchas variaciones debido a reformas que han ido haciendo los propietarios e inquilinos de las viviendas a lo largo de los años habiéndose sustituido bañeras por duchas, etc. Según datos de la encuesta realizada por el proyecto Aqua-Riba, casi en el 95% de las viviendas se ha realizado la renovación del cuarto de baño, alcanzando el 60% en el caso de las cocinas. Tampoco había inicialmente ningún sistema para el ahorro del agua y, en la actualidad, se ha podido observar que en muchas viviendas se han instalado dispositivos ahorradores.

3.4.2. Saneamiento

Los edificios tienen un sistema de saneamiento semi-separativo, donde hay bajantes de pluviales que discurren por las fachadas y bajantes mixtas que descienden a través de los huecos de instalaciones del edificio, ubicados junto a los baños y aseos. Este sistema fue proyectado de este modo desde el inicio, según el proyecto original.

Las aguas en las cubiertas se recogen en sumideros colocados en el perímetro de las mismas y, desde ellos, son llevadas a los diferentes bajantes. Aproximadamente la mitad de la superficie de cubiertas es evacuada por los bajantes de pluviales situados en fachada, mientras que la otra mitad discurre a través de los bajantes mixtos.



Fig. 27. Bajantes de recogida de aguas pluviales en cubierta. (Fuente: Elaboración propia)



Fig. 28. Recogida de pluviales de la cubierta de planta baja. (Fuente: Elaboración propia)

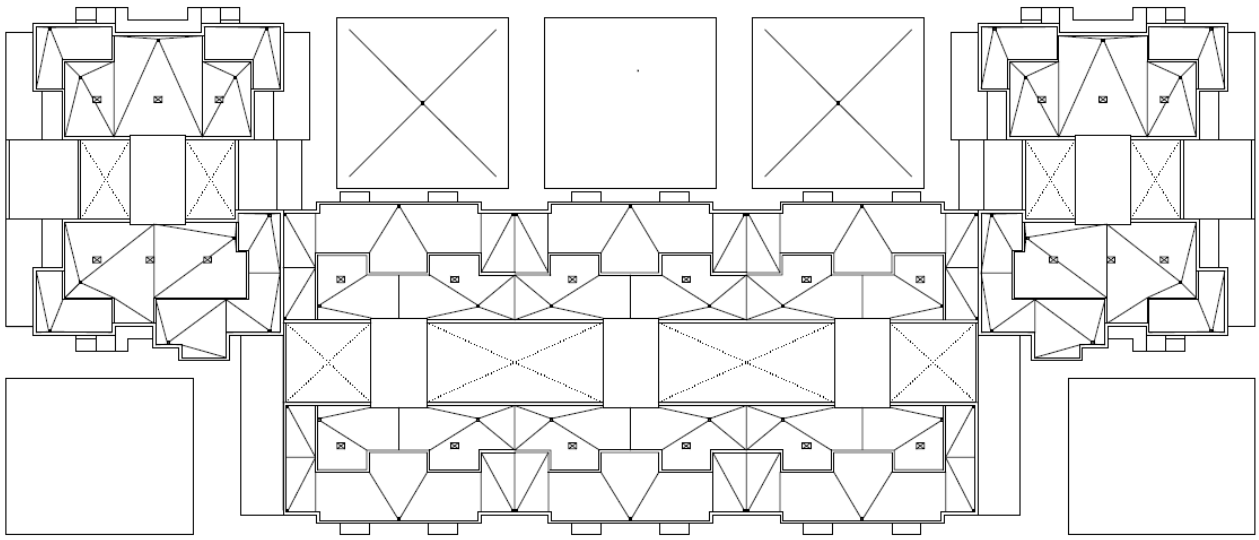


Fig. 29. Situación de los sumideros en los paños de cubiertas. (Fuente: Elaboración propia)

El agua recogida por todos estos bajantes pasa a la red de arquetas de la urbanización, así como resto del agua recogida en las cubiertas superiores o en los patios.

En cuanto a la pequeña red horizontal de cada una de las viviendas, en éstas se recogen las aguas residuales tanto de las cocinas como de los baños conjuntamente (los fregaderos están conectados con el bote sifónico de éste) con diámetros entre 30 y 40. En cambio, las aguas procedentes de las piletas y lavadoras se vierten directamente a la bajante sin pasar por dicho bote sifónico. Por último, los aseos de las viviendas de cuatro dormitorios tienen una bajante propia que atraviesa sólo las primeras plantas del edificio, careciendo, por tanto, de ventilación primaria.

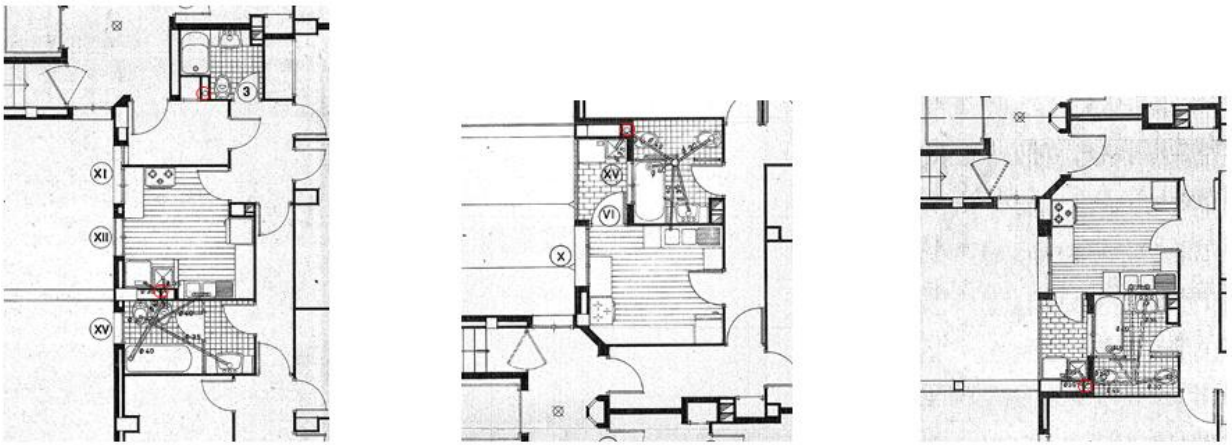


Fig. 30. Pequeña red horizontal y situación de bajantes en viviendas de 4, 3 y 2 dormitorios. (Fuente: Proyecto Original. Anexo 3)

La red de saneamiento horizontal general de los bloques se ejecutó, según proyecto, con tubo de hormigón centrifugado de las secciones correspondientes sobre firme de hormigón de 10 cm de espesor. Las arquetas, de 1,00 x 1,00 de dimensión interior, se hicieron con ladrillo, enfoscadas y bruñidas con cemento, con formación de arenero y su tapa correspondiente. En dicha red, en algunas zonas, se ha detectado por parte de los vecinos desprendimiento de malos olores que parece que son producto de alguna rotura de la red bajo el forjado sanitario.

En los Proyectos de Rehabilitación Singular elaborados entre el año 2007 y 2009 se plantea la intervención sobre la red de saneamiento para la solución de las patologías existentes en ese momento, sobre todo atascos y

desfondamientos de arquetas, como se explica en el apartado de patologías. Además, puntualmente, se han ido sustituyendo algunos elementos de la red como arquetas y colectores (incluso alguna acometida), aunque no se conoce con exactitud cuáles por ausencia de documentación al respecto.

También nos informan los técnicos de AVRA de que, hace poco, hubo un problema de inundación de uno de los fosos de ascensores que finalmente parece que la Comunidad resolvió al conectar este foso al sistema de saneamiento para que desaguara.

3.4.3. Otras instalaciones

- Instalaciones de protección contra incendios

En el proyecto original no se recoge esta instalación, no obstante, en los Proyectos de Rehabilitación Singular, elaborados entre el año 2007 y 2009, se plantea la introducción de algunas de las instalaciones preceptivas: alumbrado de emergencia, extintores, etc. En los bloques de PB+10, al ser la altura de evacuación mayor a 24 y 28 m serían necesarios la instalación de *columna seca* y un *ascensor de emergencia* respectivamente, además de más de una *salida de planta*.

- Ventilación

La ventilación de los cuartos de baño se proyectó, en su origen, con conductos tipo Shunt o similar con sus rejillas correspondientes en remates en las azoteas. La ubicación en cubierta puede observarse en la Fig. 31 y la relación con los cuartos húmedos en la Fig. 32.

- Gases combustibles

Se proyectó desde el inicio una instalación de gas ciudad o gas natural, con contadores individuales en cada vivienda ubicados en las cocinas y la insta. No hay una centralización de contadores. Los conductos discurren por la fachada de los patios interiores y se van ramificando hasta cada una de las viviendas donde abastecen a las cocinas y a los termos.

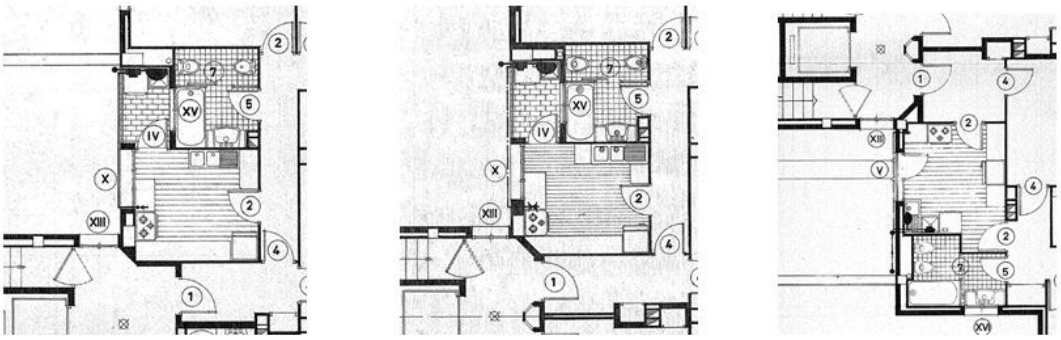


Fig. 33. Ubicación de montantes de gas en patio, contador en cocinas y llaves en viviendas de 4, 3 y 2 dormitorios. (Fuente: Proyecto original)

- Red eléctrica e instalación de iluminación

Se planteó en el proyecto original la centralización de los contadores en un cuarto especial para ellos al cual se accede desde el portal.

El alumbrado de las zonas comunes (a base de lámparas de incandescencia en los rellanos y de lámparas de fluorescencia en portal) está dotado, desde el origen, de un dispositivo temporizador para el ahorro de energía.

En dicho proyecto, también se especifica el número, tipo y ubicación de las tomas de corriente y de los puntos de luz del resto de las zonas. En cuanto a las instalaciones eléctricas y de iluminación del interior de las viviendas son muy básicas cumpliendo los requerimientos mínimos en este sentido.

En el proyecto original, también se colocó pararrayos.

En los Proyectos de Rehabilitación Singular elaborados entre el año 2007 y 2009 se plantea la intervención sobre los elementos comunitarios de suministros eléctricos (hasta cuadro general de protección de la vivienda). Se plantea puntualmente la sustitución de algunos cuadros de mando y protección y la incorporación de algunos circuitos de alumbrado.

- Transporte vertical

En el proyecto original se plantearon aparatos elevadores para 300 Kg/4 personas, puertas semiautomáticas y maniobra selectiva de llamada.

En los Proyectos de Rehabilitación Singular, elaborados entre el año 2007 y 2009, se realizaron una serie de obras de mejora para solucionar varios tipos de patologías. Las actuaciones que se preveía realizar en relación al presente apartado son relativas a la instalación de ascensores y a supresión de barreras arquitectónicas y adecuación funcional a discapacitados.

- Telecomunicaciones

Se proyectó inicialmente canalización telefónica y antena colectiva de TV.

3.5. Principales problemáticas en relación a las instalaciones de agua en la actualidad

Como antecedente, cabría señalar que existen un conjunto de problemáticas generalizadas en relación a la gestión del agua en las diferentes promociones gestionadas por AVRA que pueden resumirse en los siguientes puntos:

- Cuando no existe una comunidad de vecinos consolidada y solvente, se generan grandes problemas de mantenimiento de las instalaciones y de los edificios en general.
- Existen problemas de concienciación y educación en cuanto al uso racional del agua que en ocasiones provoca consumos excesivos.
- En general, a nivel técnico, existen muchas patologías en cimentaciones por fugas de agua de las diferentes instalaciones y en espacios ocultos del resto del edificio de difícil acceso por falta de registros.
- En general, no se realizan por parte de AVRA reparaciones en el interior de las viviendas, tan sólo en ocasiones puntuales y siempre con criterios de sustitución.

Las problemáticas específicas de las instalaciones de la barriada de Las Huertas más destacadas, aunque se han ido comentando en los correspondientes apartados, se resumen a continuación.

3.5.1. Red de abastecimiento de agua (fría y caliente)

- Existen problemas con los grupos de presión porque la distribución de presiones no es correcta en las diferentes plantas del edificio. En general es excesiva, cuestión que los vecinos intentan solucionar cerrando parcialmente la llave general, lo cual produce una aumento de la velocidad del agua. No se han detectado válvulas reductoras de presión en ninguno de los bloques visitados. Este exceso de presión está produciendo un innecesario aumento del consumo por parte de los usuarios.
- Por otro lado, en esta instalación, hay también muchas quejas en las que se pone en duda de la calidad del agua de consumo.
- No hay quejas específicas de la instalación de agua caliente.

3.5.2. Red de Saneamiento (residuales y pluviales)

- Existe una gran cantidad de atascos en las redes horizontales.
- Existen problemas de malos olores con diferente intensidad en unos y otros bloques.
- En cuanto a las aguas pluviales, a nivel de urbanización, se producen encharcamientos puntuales en diferentes puntos de la barriada.

En la actualidad, según los técnicos de AVRA, se está realizando la inspección de los edificios en relación a patologías, accesibilidad y certificación energética.

Está previsto realizar obras de mejora de la envolvente dentro de un programa de subvenciones para la mejora de la eficiencia energética de los edificios. Se va a substituir la cubierta de 12 bloques, así como intervenciones en la mejora del aislamiento de las fachadas.

4. CONDICIONES AMBIENTALES

4.1. Caracterización climática

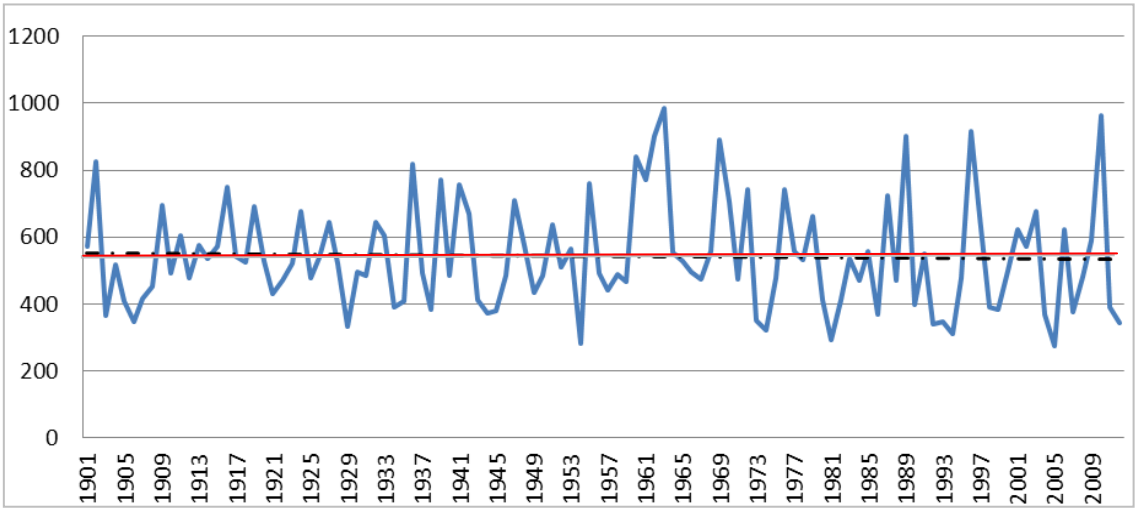
4.1.1. Caracterización climática de Sevilla

Según la clasificación climática de Andalucía, elaborada por la Consejería de Medio Ambiente (ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente, 2014), el clima de Sevilla, al igual que el del resto de la depresión del Guadalquivir, puede considerarse *Mediterráneo continental*. No obstante, esto no significa que no se registre una importante influencia oceánica asociada a su cercanía al mar y a su posición con respecto a los vientos dominantes del oeste.

Para la caracterización climática general de la ciudad de Sevilla, hemos usado los datos de la última versión de la base de datos CRU TS 3.21 de la *Climate Research Unit* (University of East Anglia, Reino Unido), que cubre a nivel mensual el periodo 1901- 2012 y registra valores de temperaturas medias, máximas, mínimas y precipitaciones entre otras variables (Harris et al., 2004).

De acuerdo con los datos de estas series, la **precipitación total anual media** de Sevilla es de 542 mm, aunque este promedio esconde una precipitación muy variable interanualmente (ver Gráfico 1). De hecho, en la segunda mitad de la serie, se observa que la variabilidad entre unos años y otros es incluso mayor.

Gráfico 1. Precipitaciones totales anuales de Sevilla en milímetros

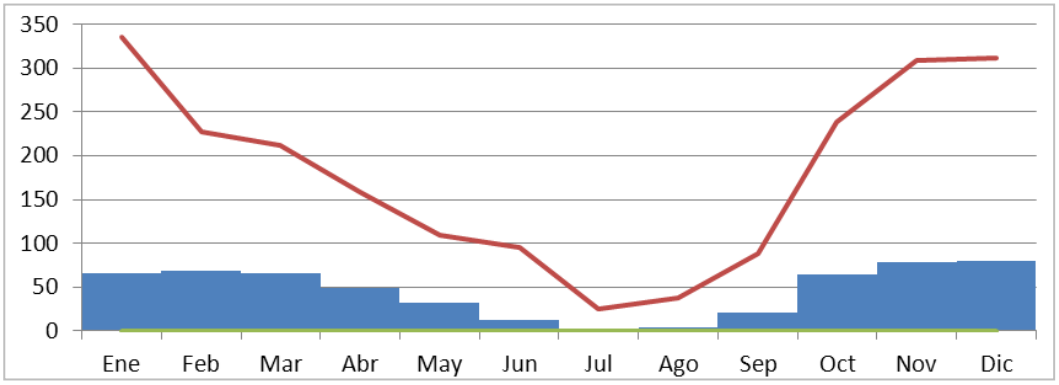


**La línea punteada se corresponde con la tendencia de la serie anual. La roja es el promedio (542 mm).*
(Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CRU TS 3.21)

La tendencia registrada en las precipitaciones totales anuales a lo largo de la serie es casi nula, tal y como apunta la línea punteada negra en el Gráfico 1, pero descendente (el valor concreto de incremento por unidad de tiempo o pendiente de la recta es -0,16), apuntando a un ligero declive de las mismas a lo largo de la serie histórica.

Además, estos valores totales anuales también encierran una enorme variabilidad intermensual que es común a todos los climas mediterráneos. Así, durante el verano se registran pocas o nulas precipitaciones, siendo las medias de julio y agosto inferiores a 4 mm, concentrándose los volúmenes significativos desde octubre a marzo (ver Gráfico 2 y Tabla 1).

Gráfico 2 y Tabla 1. Régimen pluviométrico de Sevilla en milímetros mensuales



**La línea roja es la precipitación máxima registrada en un mes concreto, la verde es la mínima y las barras azules marcan el régimen mensual de precipitaciones medias de la ciudad de Sevilla.*

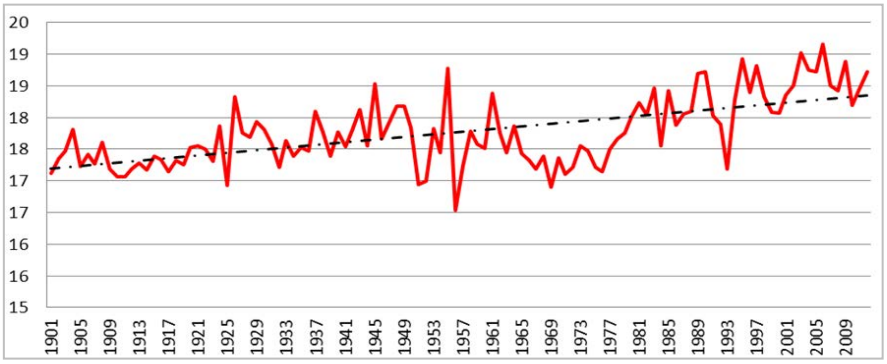
PRECIPITACIÓN (l/m2/mes)	MES											
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio	65.2	68.1	66.4	49.2	31.9	12.3	1.87	3.4	20.8	64.5	78.7	79.5
Máxima	335.2	227.2	211.2	158.1	109.4	95.8	25.6	38.0	88.8	237.8	308.4	311.8
Mínima	0.0	0.0	0.3	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.4

La tabla muestra estos valores en milímetros siguiendo el mismo código de color.
(Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CRU TS 3.21)

Como vemos en la Tabla 1 y el Gráfico 2, también existe una gran diferencia dentro de cada uno de los meses entre los valores medios (azul), mínimos (verde) y máximos (rojo) registrados a lo largo de la serie histórica, lo cual refuerza la idea de la importante variabilidad de la precipitación en Sevilla.

Observando las **temperaturas**, puede concluirse que Sevilla es una ciudad cálida, con temperaturas medias anuales en torno a los 18º C. A lo largo de la serie histórica, además, se aprecia un incremento muy significativo de dichos valores térmicos medios (ver Gráfico 3), a un ritmo medio de +0,01 ºC anuales (esta es, de nuevo, la pendiente de la recta de tendencias calculada e incluida en el gráfico).

Gráfico 3. Temperaturas promedio anuales en Sevilla (ºC)

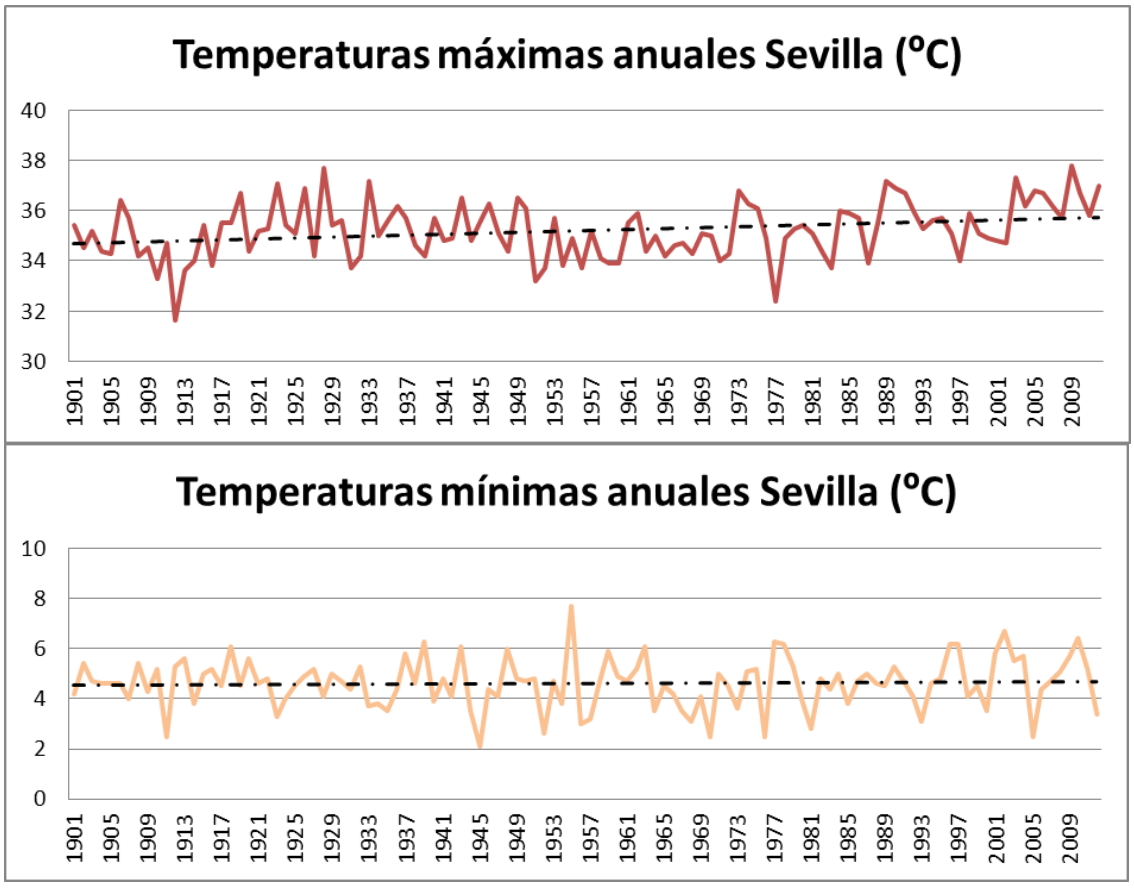


**La línea punteada se corresponde con la tendencia de la serie anual.*
(Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CRU TS 3.21)

Sin embargo, adelantamos que existe una gran diferencia entre las temperaturas máximas y mínimas registradas y para comprobarlo solo es preciso compararlas a lo largo de los años de la serie (ver Gráfico 4). En este sentido, otro rasgo a subrayar es el hecho de que las temperaturas máximas registradas también muestran un ligero

aumento a lo largo de la serie, si bien éste (+0.009) es algo menor al que se da en los valores medios anuales. Este incremento no es significativo en cuanto a las temperaturas mínimas registradas (ver ambas líneas punteadas en el Gráfico 4).

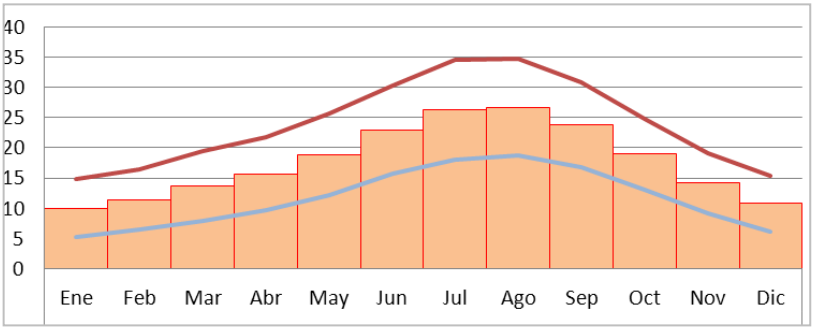
Gráfico 4. Temperaturas máximas y mínimas anuales en Sevilla (ºC)



**Las líneas punteadas se corresponden con las tendencias de las series anuales.*
(Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CRU TS 3.21)

Cambiando a la escala intraanual, lo más destacable es el hecho de que la oscilación térmica no sea muy amplia a lo largo de los meses si consideramos las temperaturas medias de los mismos (ver Gráfico 5 y Tabla 2), de hecho, los promedios oscilan desde los 10 ºC en invierno hasta los 25 ºC del verano. Este rasgo sitúa a Sevilla entre los climas moderados.

Gráfico 5 y Tabla 2. Régimen térmico de Sevilla: temperaturas medias, medias de las máximas y medias de las mínimas anuales (ºC)



TEMPERATURA (ºC)	MES Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Promedio	10.02	11.40	13.66	15.67	18.90	22.93	26.27	26.73	23.78	18.97	14.14	10.75
Máxima	14.80	16.43	19.47	21.71	25.68	30.30	34.60	34.80	30.83	24.89	19.12	15.42
Mínima	5.20	6.40	7.88	9.68	12.15	15.64	18.01	18.70	16.78	13.09	9.20	6.13

**La línea roja oscura es la temperatura media de las máximas registradas en un mes concreto, la azul es la media de las mínimas y las barras naranjas marcan el régimen mensual de temperaturas medias de la ciudad de Sevilla.*

La tabla muestra estos valores en º C siguiendo el mismo código de color.

(Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CRU TS 3.21)

Sin embargo, es muy superior la amplitud cuando consideramos los promedios de los valores máximos y mínimos mensuales registrados.

A este respecto, el invierno es suave y las medias de las mínimas nunca descienden de los 5 ºC. En cambio, el dilatado verano sevillano abarca desde junio a septiembre y durante estos meses las medias de las máximas oscilan desde los 30 ºC a los 35 ºC. Es en los meses de verano cuando en Andalucía se produce una importante demanda energética por necesidades de refrigeración que no tiene lugar de manera tan significativa en invierno para la calefacción de los hogares y edificios. La predicción de esta demanda y los estudios de confort térmico son esenciales para los entornos urbanos y éstos se basan en estudios que tienen en cuenta estas temperaturas máximas y mínimas (Marzo et al., 2013).

4.1.2. Valores extremos de precipitación en Sevilla

Aparte de la caracterización climática general, hemos considerado avanzar en la definición de la precipitación extrema en la ciudad y para ello hemos usado la serie de cantidades de precipitación diezminutales de la estación E061 Sevilla Tablada (37.36;-6.00), cedida por la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía. Esta serie cubre desde 1990 con dicha periodicidad subhoraria, por lo que disponemos de más de 20 años de datos que nos permiten una caracterización estadísticamente significativa.

Se han agrupado dichos valores por horas y por intervalos de 24 horas para extraer más información a partir de esta fuente tan completa. A partir de las series agrupadas, se han extraído los valores máximos anuales y, posteriormente, se ha usado la distribución de Gumbel para modelar los periodos de retorno de las máximas lluvias en diez minutos, las máximas horarias y las máximas en 24 horas. Los resultados pueden verse en la siguiente tabla:

Periodos de retorno	Precipitaciones máximas en 10 min	Precipitaciones máximas en 1 h	Precipitaciones máximas en 24 h
500 años	37.4 mm	78.8 mm	184 mm
100 años	30.2 mm	62.8 mm	147.2 mm
50 años	27.1 mm	55.8 mm	131.3 mm
25 años	24 mm	48.8 mm	115.3 mm
10 años	19.8 mm	39.5 mm	93.8 mm
5 años	16.4 mm	32.1 mm	76.7 mm

La distribución Gumbel es una de las más usadas y probadas para el cálculo de valores extremos de variables meteorológicas -entre ellas precipitaciones y caudales máximos (Universidad Politécnica de Madrid, 2014)-, pero también hemos calculado frecuencias y periodos de retorno de acuerdo con las fórmulas empíricas de Weibull y Gringorten, obteniendo valores muy similares de precipitaciones máximas para todos los intervalos temporales considerados. En concreto, para un periodo de retorno de 25 años, que es el que suele manejarse para proyectos que no vayan encaminados a frenar una riada, para los que se utilizan periodos de retorno más extremos, encontramos que, para la precipitación diezminutal, se señala un umbral de 24.3 mm, para las máximas en una hora 59.1 mm y se obtiene un valor de 108.4 mm como precipitación extrema en 24 h.

En cualquier caso, estos valores deben tenerse en cuenta para el cálculo de caudales extremos asociados y, en consecuencia, para el diseño y dimensionamiento de las infraestructuras de drenaje y laminación de escorrentías, retención y captación de pluviales, etc.

4.2. Caracterización geológica

La importancia de una caracterización geológica de la zona de estudio reside en la aportación de datos sobre la estructura y características del suelo, entre ellas de manera destacada la permeabilidad, su comportamiento geotécnico y los recursos hidrogeológicos existentes, datos que resultan fundamentales para la comprensión del ciclo hidrológico en la ciudad.

Para su realización, tomamos como fuente principal el Estudio Geológico y Geotécnico realizado por Vorsevi por encargo de EMASESA para el proyecto de Tanque de Tormentas de la Avda. de Kansas City.

4.2.1. Entorno geológico regional

La ciudad de Sevilla se enclava en el centro de una amplia llanura fluvial de materiales terciarios y cuaternarios de la cuenca del Río Guadalquivir, que discurre por la misma con un trazado meandriforme. El río cruza la ciudad de norte a sur, recibiendo los afluentes de los arroyos Tagarete, Tamarguillo y Guadaíra, cuyos cauces antiguos han sido modificados profundamente, hasta hacerlos irreconocibles en la actualidad. El carácter divagante del río, además, dio lugar en el pasado a la formación de meandros o de cortas naturales (Paleocauces), que discurren por zonas céntricas de la actual ciudad.

Estableciendo un perfil representativo medio del subsuelo bajo la ciudad, situaríamos en la zona más baja a las denominadas "Margas Azules" del Mioceno, cuyo techo se localiza a profundidades entre los 5,00 - 6,00 m, en la zona norte y los 25 m, en el sector central-oeste. Por encima de las Margas Azules se sitúan sedimentos cuaternarios de origen fluvial, integrados por gravas arenosas (zahorras) situadas inmediatamente encima de las Margas y de compacidad, en general, elevada. A las gravas se superponen un conjunto de arenas limosas y limos arenosos de hasta 10,00 m. de espesor. Finalmente, los suelos más superficiales corresponden a arcillas de tonalidades mayoritarias marrones, a veces grisáceas, de media a baja consistencia.

Ligado al Río Guadalquivir, se desarrolla un nivel freático bajo toda la ciudad, cuya profundidad es variable de unos puntos a otros en función de la cota topográfica y de condicionantes locales, pudiendo oscilar entre los 2,00-3,00 m. hasta los 9,00 m., susceptible de variar con las oscilaciones del río. También hay que indicar la frecuente formación

de niveles freáticos colgados en los niveles arcillosos superiores por roturas de tuberías o saneamientos, que no deben de confundirse con el principal del río.

En la publicación *Geología de Sevilla y Alrededores* (Galán, 1989) encontramos la representación de una serie de cortes del subsuelo en los que se pueden observar las grandes variaciones litológicas de los depósitos de terrazas en los diferentes perfiles del área urbana de Sevilla.

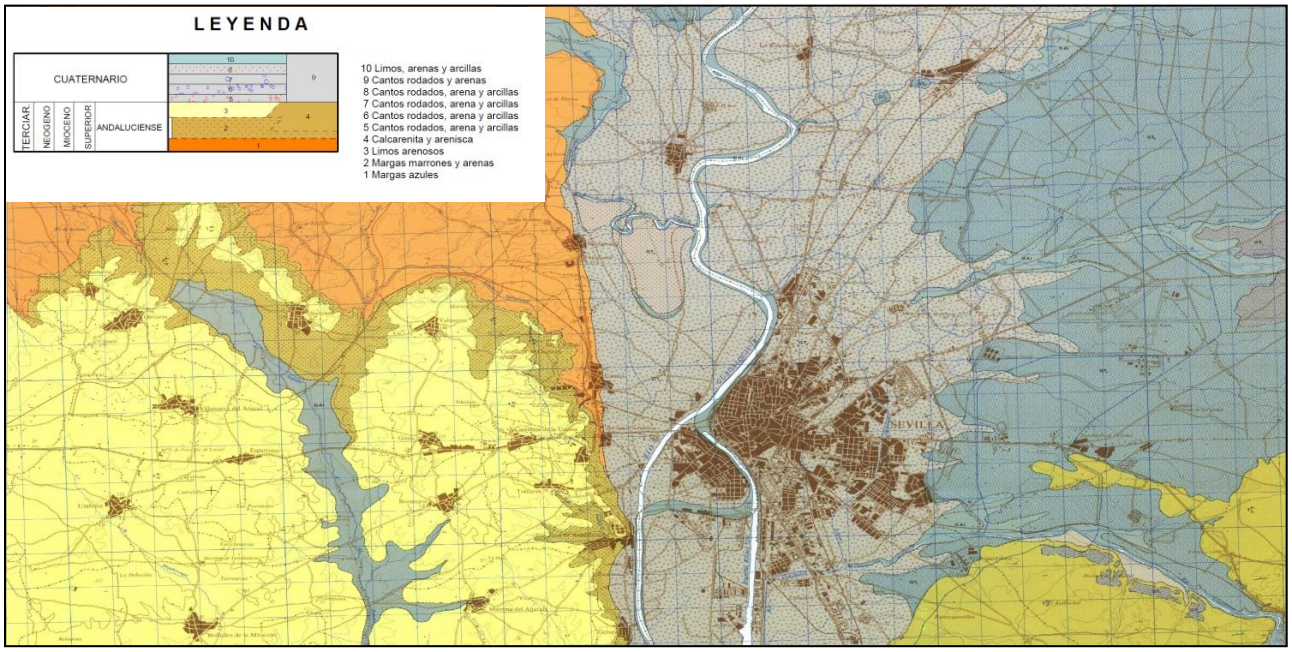


Fig. 34. Mapa Geológico. (Fuente: Plan Magna)

4.2.2. Entorno geológico local

A continuación, se describe la estratificación del suelo según los resultados de los sondeos realizados por Vorsevi en la zona de estudio en Octubre de 2007 (Ver Anexo 6).

- En la zona se detecta la presencia de un nivel de relleno antrópico con una potencia entre 3,00- 5,00 m. de espesor.
- En esta zona, por debajo de los rellenos se ha detectado la presencia de un aluvial fino, formado fundamentalmente por arcillas limosas de tonalidad marrón rojiza con algo de gravas y gravillas hasta una profundidad entre los 8,00-9,20 m. Posiblemente estos rellenos, de carácter heterogéneo, en su plano inferior, se originan por la regularización de antiguas zonas deprimidas.
- A partir de estas profundidades aparece el aluvial grueso, formado por gravas y gravillas silíceas subredondeadas en matriz arenosa marrón claro.
- Por debajo del aluvial a partir de 21,50- 21,80 m. se localiza un nivel de arcilla margosa dura del Mioceno Superior.
- El nivel freático se localiza dentro de la capa de gravas, fluctuando en función del régimen hídrico entre 5,30 y 9,90 m de profundidad.

Así mismo, en la Fig.35, podemos ver el detalle del Mapa Geológico del Instituto Geológico Minero para la zona de estudio. Según las mismas fuentes, a este suelo se le asigna una permeabilidad media.

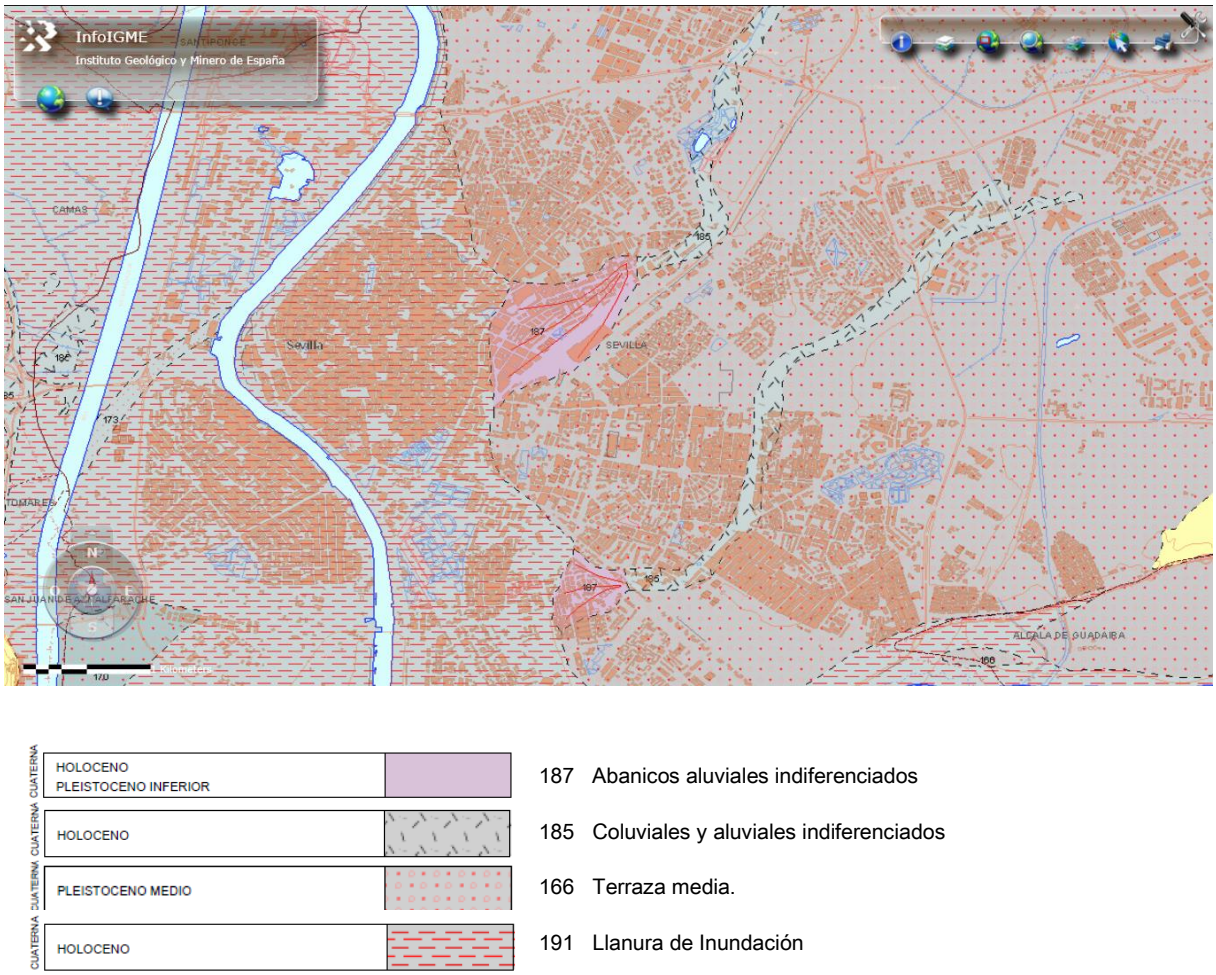


Fig. 35. Mapa Geológico para la zona de estudio. (Fuente: InfoIGME)

4.3. Caracterización hidrológica

La configuración urbana de Sevilla en su conjunto, y particularmente la expansión de la misma hacia el este, han estado muy condicionadas a lo largo de su historia por los cauces fluviales que la rodean y atraviesan. En el caso particular de la barriada de Las Huertas, ésta se encuentra ubicada en las inmediaciones del antiguo cauce del arroyo Tagarete, tal y como podemos observar en el mapa de la Fig. 36. Esta circunstancia hace que el análisis de los procesos de transformación hidrológica en el territorio urbano adquiera una importancia especial en el estudio del ciclo urbano del agua en el caso que nos ocupa.

Como se describe en el apartado anterior, Sevilla está asentada sobre materiales cuaternarios, constituidos por gravas, arenas y limos arcillosos, que descansan sobre las Margas Azules. Al ser estos sedimentos poco resistentes, el río ha ido abriendo a lo largo de su historia diversos cauces o brazos, por lo que no es posible describir una hidrología estable a lo largo del tiempo (Galán, 1989).

Históricamente, Sevilla estaba rodeada o atravesada por cuatro corrientes importantes: la principal, del río Guadalquivir, y tres de sus afluentes, Tagarete, Tamarguillo y Guadaira.

El primero de ellos, el Arroyo Tagarete, nacía en los Alcores, a 23 Km de Sevilla, a donde llegaba por la Fuente del Arzobispo (paraje cercano al actual barrio de La Corza), descendía por Santa Justa y pasaba por el barrio de San Bernardo, llegando hasta la Puerta Jerez para desembocar en el Guadalquivir cerca de la Torre del Oro (Galán, 1989).

A principios del siglo XX, con la ejecución del proyecto de defensa de Sevilla de Sanz Larumbe, el Tagarete es desviado hacia el Tamarguillo. Este discurría por la actual Avenida del mismo nombre tras entrar en Sevilla por la Cruz del Campo, siguiendo la dirección suroeste hasta alcanzar, originalmente, el Guadalquivir algo más abajo del actual puente de Los Remedios. No obstante, el Tamarguillo es entonces canalizado hasta hacerlo desembocar en el Guadaira, permitiendo así la expansión de la ciudad y el puerto hacia el sur, coincidiendo con la celebración de la Exposición de 1929 (Del Moral, 1993).

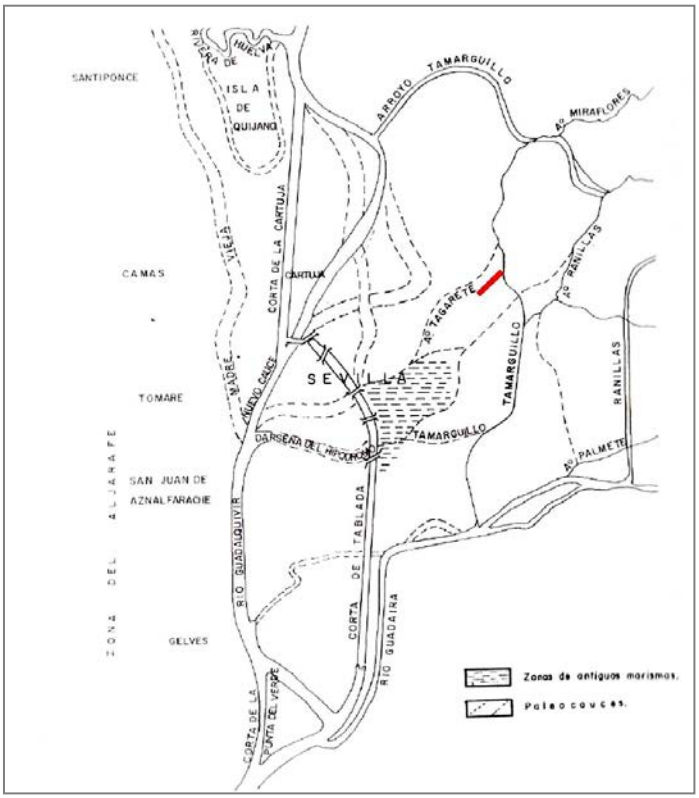


Fig. 36. Ubicación del barrio de Las Huertas en el plano hidrográfico de Sevilla de J.R. Vanney de 1962. (Fuente: Galán, 1989)

Esta operación liberaría por el este el entorno del casco urbano de la ciudad, permitiendo el crecimiento urbano en esa dirección, que comenzaría formalmente con la construcción del ensanche de Nervión. Entre los terrenos liberados se encontraría el Prado de Santa Justa, actual ubicación de la barriada de Las Huertas, por donde discurriría también la vía ferroviaria. La construcción de un dique de contención, en paralelo al margen oeste del arroyo Tamarguillo, completaría la operación cerca de la mitad del siglo XX.

No obstante, en el año 1961 se produce un gran desbordamiento como consecuencia de la rotura del dique de defensa muy cerca de la actual barriada de Las Huertas (en el antiguo emplazamiento de la Fuente del Arzobispo), provocando la inundación de una parte importante de la ciudad. Tras este incidente, el Tagarete es desviado, entonces ya con el nombre de Tamarguillo, hacia su actual trazado por el norte de la ciudad. En su lugar, el Ayuntamiento aprovecharía la canalización para construir un gran colector de saneamiento urbano que transcurre desde entonces por la Avenida del Tamarguillo, configurando la actual cuenca urbana de drenaje sobre la que vierte el sistema de saneamiento de la barriada objeto de este estudio y que será analizado en el apartado correspondiente. El antiguo Tamarguillo, ya con el nombre de Ranillas, sería canalizado desde el aeropuerto en dirección sur, haciéndolo desembocar nuevamente en el Guadaira tres kilómetros más arriba.

En el cuarto final del siglo XX, se producen las últimas modificaciones sobre los cauces urbanos. La desembocadura del Guadaira se trasladaría hacia el sur, lo que permitiría ampliar nuevamente el puerto en esta dirección. Sobre el cauce del Guadalquivir se realizarían varias transformaciones. Por un lado, la ejecución de la corta de La Cartuja permitiría elevar notablemente los márgenes de seguridad en relación a las amenazas de inundaciones, permitiendo la configuración del sistema de defensa actual. Por otro lado, la eliminación del aterramiento de Chapina y la restitución del cauce histórico, con motivo de la urbanización de los terrenos de La Cartuja para la Expo 92, completaría la operación de configuración de la dársena tal y como se conoce ahora (Del Moral, 1996).

5. CICLO URBANO DEL AGUA

La barriada de Las Huertas se encuentra conectada al Ciclo Urbano del Agua gestionada por la Empresa Metropolitana de Aguas de Sevilla, EMASESA, tanto en lo que se refiere al suministro domiciliario de agua potable como para el sistema de saneamiento y depuración.

En el esquema de la Fig. 37, se han representado los elementos y flujos que componen el Ciclo Urbano del Agua en la barriada de Las Huertas. En línea discontinua, aquellos que se producen a través de las redes urbanas y domiciliarias convencionales y, en línea continua, los flujos "naturales" o que pertenecen a redes independientes y que representan recursos no convencionales.

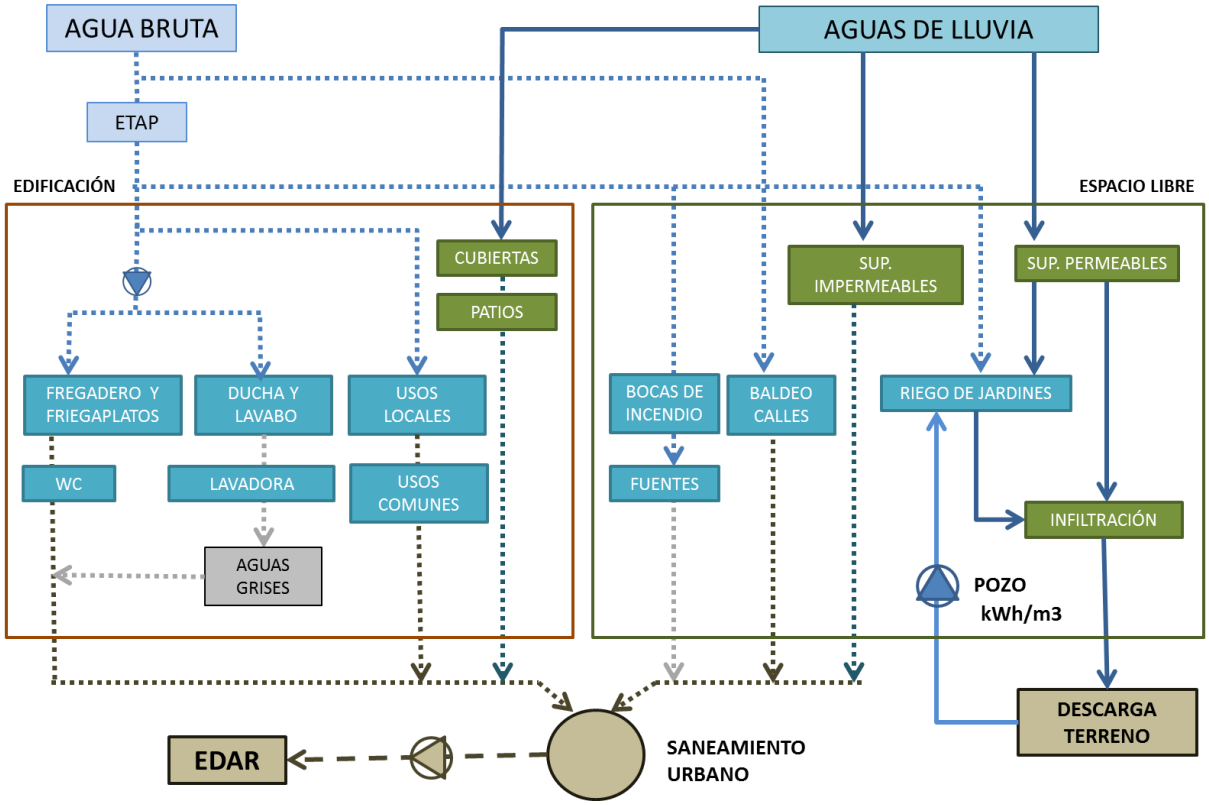


Fig. 37 Ciclo Urbano del Agua en la barriada de Las Huertas. (Fuente: Elaboración propia)

A continuación, se presentan cada uno de los pasos que componen el ciclo urbano gestionado por EMASESA para la citada barriada, definiendo las infraestructuras de la red general desde la que se le presta servicio, así como cuantificando el consumo energético implicado en cada uno de ellos, habiendo tomado como fuente la documentación que la citada empresa emite sobre sus instalaciones y funcionamiento (ver Anexo 5).

5.1. Sistema de abastecimiento en alta

5.1.1. Sistema de aducción y transporte

Las fuentes de captación del agua que se sirve en la barriada de Las Huertas son comunes al resto del suministro a la ciudad de Sevilla. Se trata de agua embalsada en las presas de Aracena, Zufre, La Minilla y El Gergal a las que se añade el embalse de Cala -perteneciente a ENDESA pero adscrito, a efectos de recursos, al sistema de EMASESA-ALJARAFESA.

El embalse de Aracena es el embalse de cabecera, situado en el río Rivera de Huelva. Tiene una capacidad de 128,6 hm^3, un volumen de regulación de 39 hm^3 y una cuenca receptora con una superficie de 408 km^2. Fue construido en 1970 por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir y se sitúa en el término municipal de Puerto Moral.

El embalse de Zufre, construido por la Junta de Andalucía y la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, data de 1987, cuenta con una capacidad de 175 hm^3 y un volumen de regulación anual de 48 hm^3 y dispone de una cuenca receptora con una superficie de 442 km^2 siendo el de mayor capacidad del Rivera de Huelva. Se encuentra situado en el término municipal de Zufre.

El embalse de La Minilla, puesto en funcionamiento desde 1946, es el más antiguo de los cuatro. Se encuentra en los términos municipales de El Ronquillo y El Garrobo. Con una cuenca receptora de 156 km^2 y una capacidad de 57,8 hm^3 aporta un volumen regulación de 15 hm^3 produciéndose una vez al año su llenado y vaciado. A través del canal de transporte de La Minilla, de 64 km de longitud, lleva el agua por gravedad a la ETAP "El Carambolo".

El embalse de El Gergal fue construido por EMASESA y se encuentra situado aguas abajo de la confluencia del Rivera de Huelva y el Rivera de Cala. Entró en funcionamiento en 1979. La presa, situada en el término municipal de Guillena, tiene una superficie de regulación anual de 15 hm^3 y 188 km^2 de cuenca receptora. A pesar de tener la capacidad de embalse más reducida, unos 35 hm^3, el Gergal lleva a cabo la regulación del cauce fluvial. Está conectado a través de una tubería de presión de 21,2 km de longitud con la ETAP "El Carambolo".

El embalse de Cala está situado en el cauce del río Rivera de Cala a unos 56 km de la ciudad de Sevilla, próximo a las localidades de Guillena, Castilblanco de la Arroyos y El Ronquillo, con su presa situada en el término municipal de esta última localidad. Este embalse entró en servicio en 1927, con presa del tipo gravedad, tiene una capacidad de embalse de 58,8 hm^3 y 26 hm^3 de volumen de regulación anual. La superficie de su cuenca receptora es de 535 km^2.[1]

El coste energético total que representa la captación de agua en el conjunto de fuentes descritas se cifra en 0,0022 kwh/m^3.

Los tres primeros embalses constan de central hidroeléctrica siendo responsables del aporte del 68,03% del total de la producción de energética que se registra en el ciclo completo del agua. Es la minicentral de Zufre la que aporta la mayor producción con un 30,28%, seguida de la de La Minilla, 21,58% y, finalmente, la minicentral hidráulica de Aracena con un 16,17% de la producción energética total.

Este coste energético es real para la barriada de las Huertas, que bebe del agua suministrada a partir de estas fuentes sin distinción de una u otra presa.

El transporte del agua desde las citadas fuentes hasta la estación de tratamiento de agua potable representa un consumo energético de 0,0406 kwh/m^3. Siendo este consumo unitario también repercutible en su totalidad al agua suministrada a Las Huertas.

5.1.2. Tratamiento de potabilización.

El agua suministrada a la población de Sevilla y, por tanto, a la barriada de Las Huertas se trata en la Estación de Tratamiento de Agua Potable ETAP "El Carambolo" a donde puede llegar desde La Minilla y las anteriores presas de Aracena y Zufre por gravedad. Tan solo el transporte del agua desde El Gergal requiere bombeo.

La calidad con la que se recibe el agua en Las Huertas es fruto del citado tratamiento en la ETAP. Consiste en un primer paso físico-químico de oxidación y coagulación, seguido de decantación, filtración en arena y carbón activo y acondicionamiento final previo a la desinfección del agua.

Desde los depósitos de almacenamiento situados junto a la ETAP, el agua es distribuida a la población, pudiendo sufrir hasta su llegada a Las Huertas una pequeña alteración en su calidad como consecuencia del recorrido por las redes de distribución.

[1] http://www.emasesa.com/conocenos/nuestras-infraestructuras/captacion-y-tratamiento/embalses/embalse-cala/

La capacidad de almacenamiento de estos depósitos es de 200.000 m^3 totales, distribuida en dos senos independientes de 100.000 m^3 cada uno. Esto supone una regulación de 16-21 horas, por lo que la capacidad de abastecimiento a la barriada está garantizada.

El coste energético de la adecuación de la calidad del agua para hacerla apta para consumo es de 0,1192 kwh/m^3.

5.2. Red de abastecimiento urbano.

Con origen en los citados depósitos de cabecera, parten las redes de distribución que suministran a la barriada de Las Huertas. El abastecimiento se realiza a través de una conducción de fibrocemento (FC) de diámetro 250 mm conectada a la red general de la ciudad, concretamente a una conducción de fundición dúctil (FD) de diámetro 500 mm perteneciente a uno de los anillos que suministra al distrito San Pablo-Santa Justa, entre la primera y segunda cintura de la red.

Cabe destacar que, a pesar de los esfuerzos realizados en este sentido, las pérdidas estimadas en la red general de abastecimiento de la ciudad constituyen aún un 11,9% del volumen de agua distribuida (EMASESA, 2012).

El coste energético medio de distribución del agua en la red general de EMASESA es de 0,0912 kwh/m^3, existiendo determinadas zonas de la red que precisan de bombeo para alcanzar la presión adecuada de distribución. En el caso de la ciudad de Sevilla, según fuentes de EMASESA, el agua de la ETAP "El Carambolo" es suministrada por gravedad con suficiente presión a nivel de calle.

En el caso de la barriada de Las Huertas, al encontrarnos con bloques de viviendas de gran altura, es precisa la incorporación de grupos de presión, como se ha descrito en el apartado correspondiente. El gasto energético de este sistema no ha sido determinado aún.

Dado que la calidad del agua finalmente suministrada a los vecinos se ve alterada desde sus valores iniciales en cabecera por el estado de las redes de distribución, se detectan en ocasiones problemas de sabores en las viviendas de Las Huertas.

Además, la barriada de las Huertas cuenta con pozos propios para el riego de jardines y baldeo de calles. Aunque no se dispone de una cuantificación de la capacidad de suministro de los mismos, la utilización de éstos para limpieza de zonas comunes, puede suponer una considerable disminución el consumo de agua potable en el barrio.

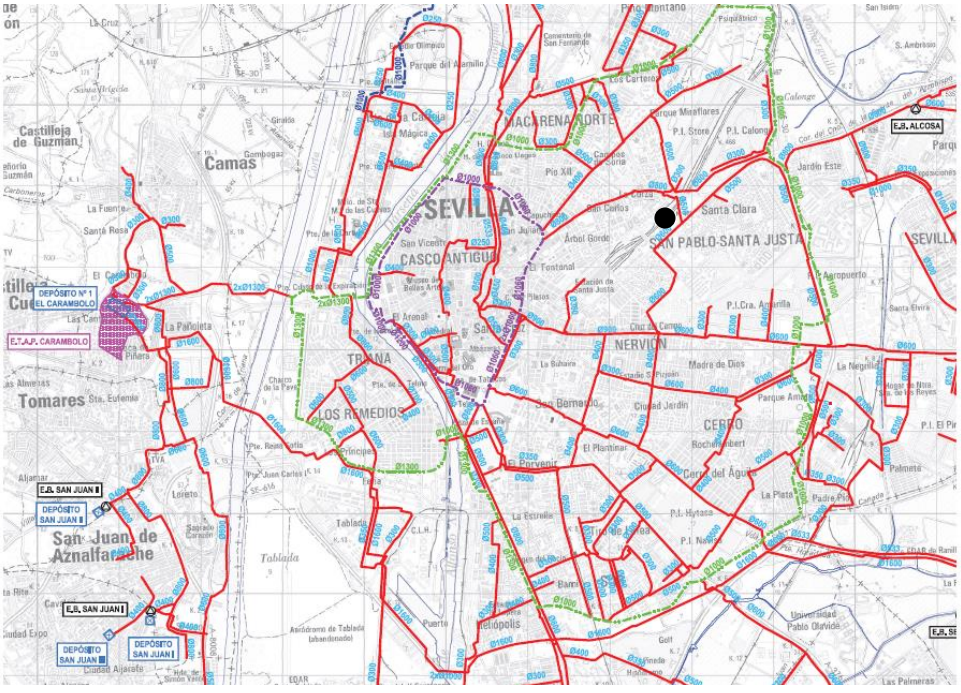


Fig. 38. Red de suministro urbano de agua potable. Se señala con un punto negro la ubicación de la barriada de Las Huertas. (Fuente: elaboración propia a partir de planimetría de EMASESA.)

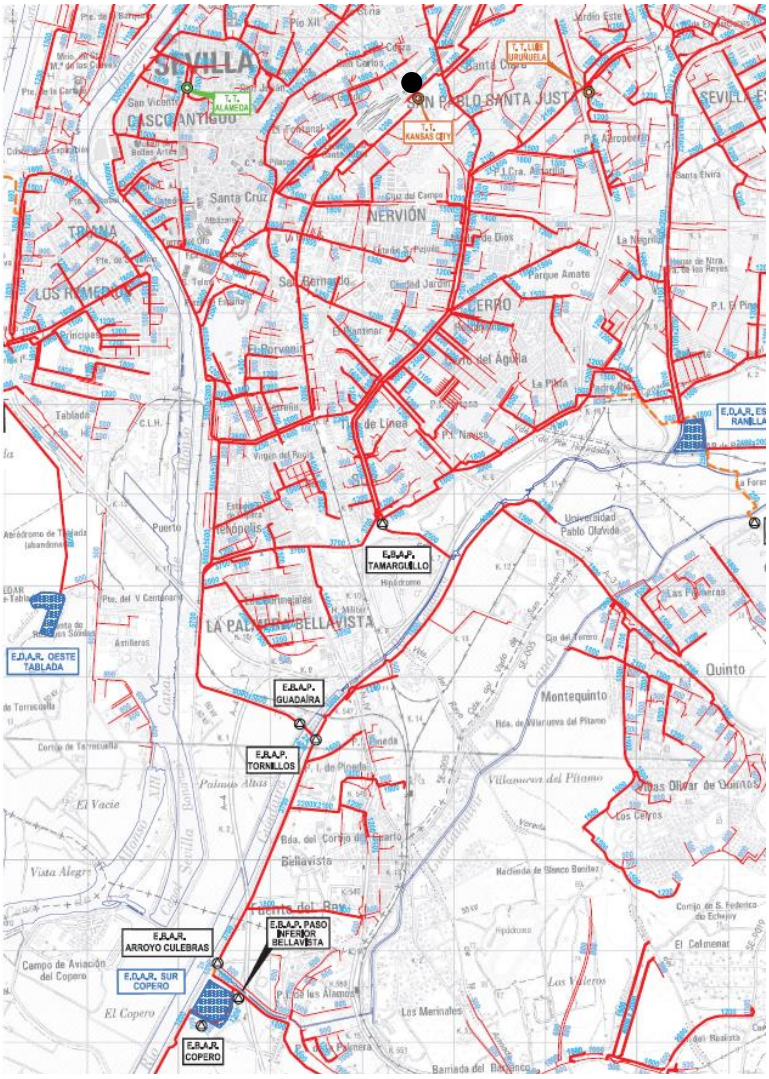
5.3. Red de saneamiento y drenaje urbano

5.3.1. Estructura general de la red

Todas las edificaciones de la barriada de Las Huertas están conectadas a la red de saneamiento, siendo por tanto evacuadas las aguas residuales del conjunto a través de estas conducciones hasta la correspondiente estación depuradora. No existen sistemas de aprovechamiento de aguas pluviales, por lo que éstas, mezcladas con las anteriores, son también evacuadas del mismo modo a través de la red unitaria.

Cabe destacar que se han detectado algunos puntos conflictivos en la barriada cuando se registran lluvias acusadas, generándose zonas de charcos. No obstante, la disposición de las viviendas, infraestructura de las mismas y diseño de cubiertas, invitan a plantear el aprovechamiento de aguas pluviales en la barriada, lo cual redundaría también en la laminación de los caudales de drenaje.

La red principal de saneamiento del barrio, está conformada por un colector unitario de hormigón de diámetro 1200 mm que discurre bajo la Avda. 28 de Febrero, en sentido SO-NE. Este colector conecta con el ramal principal que vertebra el saneamiento de la Subcuenca del Tamarguillo, constituido por una galería de 2.3 x 2.6m. que, a su vez, pertenece a la cuenca vertiente Sur, la más grande de las cuatro cuencas urbanas de la red de saneamiento de la ciudad. Este colector vehicula las aguas hasta la Estación Depuradora de Aguas Residuales (EDAR) de "El Copero", pasando previamente por la Estación de Bombeo (EBAP) del Tamarguillo, situada en la calle Luis Ortiz Muñoz, desde donde se impulsan los excedentes pluviales al cauce del Guadaira (EMASESA, 2012).



El coste energético de la evacuación de las aguas residuales en el conjunto de la ciudad, tiene un promedio de 0,0642 kwh/m^3.

.

Fig .39. Red de saneamiento y drenaje urbano. Se señala con un punto negro la ubicación de la barriada de Las Huertas.
(Fuente: elaboración propia a partir de planimetría de EMASESA)

5.3.2. Proyecto de tanque de tormentas

La Cuenca Urbana del Tamarguillo se caracteriza por sus antecedentes históricos de problemas de inundación con significativos episodios para la vida de la ciudad, como es la rotura del dique de contención en el año 1961, y que han condicionado el desarrollo urbanístico de la zona. Como consecuencia, se han desarrollado numerosas actuaciones a lo largo de los años con el objetivo de mejorar la vehiculación del saneamiento, como son la duplicación del eje principal del Tamarguillo, la incorporación y mejora de estaciones de bombeo de pluviales como la EBAP "Tamarguillo" o la nueva EBAP "El Cerro".

No obstante, según el *Plan Especial de Infraestructuras para la mejora de la funcionalidad y seguridad de la cuenca urbana del Arroyo Tamarguillo* (EMASESA 2009), siguen existiendo problemas cuando se producen episodios de cierta intensidad en los que influyen, entre otras cuestiones, el gran crecimiento urbanístico que se ha producido en los últimos años en la zona de cabecera y la consecuente impermeabilización de superficies.

Como respuesta a esta problemática, se ha propuesto la construcción de un Tanque de Tormentas dentro de la zona de estudio, donde se produce la confluencia del ramal principal del Tamarguillo con las escorrentías procedentes de los Polígonos Industriales "Calonge" y "Store", con una superficie total de 230 has. Se prevén en este punto, para un tiempo de retorno de 25 años, caudales punta de 11,05 m^3/s, con un hietograma de volumen total aproximado de 37.370 m^3 (EMASESA, 2007).

El tanque previsto se ubicaría en el extremo este de la zona deportiva situada entre la Avda. 28 de Febrero y la Avda. de Kansas City y tendría unas dimensiones de 174 x 40 m, y una profundidad entre 10-10,5 m. Esto supone una capacidad de almacenamiento de unos 63.300 m^3. Este depósito tiene un presupuesto base de licitación, según proyecto, de 18.627.126,17 euros.



Fig. 40. Ubicación de Tanque de Tormentas en barriada Las Huertas. (Fuente: II Plan de Actuaciones para la mejora del drenaje de la Cuenca del Tamarguillo: Tanque de retención de aguas pluviales en Avda. Kansas City. EMASESA)

5.4. Depuración de las aguas residuales

El tratamiento de las aguas residuales evacuadas en la barriada de Las Huertas se realiza en la EDAR de "El Copero" en la cuenca vertiente Sur de Sevilla. Esta planta aporta al agua un tratamiento convencional por fangos activos obteniéndose un vertido de calidad acorde con la normativa actual. El mayor problema de corrección de la calidad del vertido reside en la eliminación de nutrientes del agua ya que el punto de vertido de la EDAR "El Copero" está catalogado como zona sensible en la normativa actual.

El coste energético que representa la depuración del agua residual en esta planta es de 0,313 kwh/m^3.

No obstante el Ciclo Urbano del Agua en su totalidad recibe "vía cogeneración", en las cuatro EDAR de la ciudad, un aporte energético que representa el 27,74% del total de la producción, que unido al aporte por minicentrales citado en el primer punto, representan casi la totalidad de la producción energética. Dos centrales fotovoltáicas situadas en la ETAP de "El Carambolo" y la EDAR "El Copero", contribuyen con el 4,23 % restante a completar la producción energética.

Globalmente, el agua que se maneja en la ciudad de Sevilla se produce con una suficiencia energética del 85,18 %, siendo la barriada de Las Huertas un barrio bastante representativo de la situación descrita.

5.5. Resumen de datos relativos al Ciclo Urbano del Agua en Las Huertas.

En el cuadro adjunto se presenta el resumen del consumo energético descrito por elementos del ciclo del agua.

CONSUMO ENERGÉTICO DEL CICLO DEL AGUA EN LAS HUERTAS		
FASE	CONSUMO	UNIDADES
Captación:	0,0022	kWh/m^3
Aducción:	0,0406	kWh/m^3
EB Trasvase	0,191	kWh/m^3
EB Camas	0,145	kWh/m^3
Tratamiento:	0,1192	kWh/m^3
Distribución:	0,0912	kWh/m^3
Saneamiento:	0,0642	kWh/m^3
Depuración EDAR:	0,313	kWh/m^3
Total Ciclo Urbano del Agua de la barriada de Las Huertas	**0,87**	**kwh/m^3**

En relación a la cuantificación de la demanda de agua doméstica en la barriada, a falta de obtener datos más detallados, se exponen los obtenidos de la desagregación por secciones censales para el año 2009. Estos datos han sido cedidos por María Villarín Clavería, doctoranda que realiza la Tesis Doctoral bajo el título "*Factores explicativos de la demanda doméstica de agua. Estudio a microescala del municipio de Sevilla".*



Es necesario señalar en este sentido, tal y como describíamos en el apartado *1.1. Situación de la barriada*, que Las Huertas se encuentra dividido administrativamente en dos secciones censales diferentes, las cuales superan en sus límites a los de la barriada, incluyendo otros grupos de viviendas del entorno. Esto hace que los datos señalados, además de variar notablemente de una a otra sección, no resulten determinantes a la hora de realizar una caracterización de la barriada.

CONSUMO DE AGUA EN LAS HUERTAS		
Consumo Unitario Sección Censal 8-016 (1)	113,73	l/hab.dia
Consumo Unitario Sección Censal 8-025 (2)	131,23	l/hab.dia
Número de habitantes por vivienda Sección 1	2,92	hab. Viv.
Número de habitantes por vivienda Sección 2	2,28	hab. Viv.
Consumo por vivienda Sección 1	332,46	l/viv.dia
Consumo por vivienda Sección 2	299,728	l/viv.dia
Consumo medio por vivienda	316,09	l/viv.dia
Total viviendas	600	viviendas
Total consumo Las Huertas	190	m^3/d
Total vecinos	1.562	vecinos
Consumo medio por vecino	121,41	l/hab.dia

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARIZMENDI BARNES, L.J. (1991). *Instalaciones Urbanas. Infraestructura y Planeamiento*. Tomo II: Infraestructura Hidráulica y de Evacuación de Residuos. Librería Editorial Bellisco (MBH). Madrid.
- AYUNTAMIENTO DE SEVILLA (2006). *Plan General de Ordenación Urbana,* en <http://www.pgou.eu/Sevilla.htm>
- MARZO, J., LIMONES, N., DÍAZ, P. Y BERNAL, M. (2012): *Estimación de las necesidades potenciales de refrigeración en Andalucía en situaciones térmicas habituales y en situaciones de calor extremo*. Cambio climático. Extremos e impactos. Publicaciones de la Asociación Española de Climatología (AEC), Serie A, nº 8. 855 – 862. ISBN: 978-84-695-4331-3.
- EMASESA (2007) *II Plan de Actuaciones para la mejora del drenaje de la Cuenca del Tamarguillo:Tanque de retención de aguas pluviales en Avda. Kansas City".*
- EMASESA (2012). *Informe Anual 2011.* <http://www.aguasdesevilla.com/fileadmin/editores/PDF/memoria_2006/Emasesa_Informe_anual_2011.pdf >
- GEA 21. *Ecobarrio de Trinitat Nova. Propuesta de Sostenibilidad Urbana. Documento de Síntesis de Estudios Sectoriales.* Barcelona: s.e., 2004.
- HARRIS, I., P.D., JONES, T.J., OSBORN Y LISTER, D.H. (2004): *Updated high-resolution grids of monthly climatic observations – the CRU TS3.10 Dataset*. International Journal of Climatology, 34, nº 3. 623-642. doi:10.1002/joc.3711.
- GONZÁLEZ DIEZ, M.I. (1986). *Estudio Geológico del Área Urbana de Sevilla y Alrededores.* Tesis Doctoral. Facultad de Química. Universidad de Sevilla.
- GALÁN HUERTOS, E; PÉREZ RODRÍGUEZ, J.L. (Coord). (1989). *Geología de Sevilla y Alrededores y Características Geotécnicas de los Suelos del Área Urbana*. Ayuntamiento de Sevilla.
- MORAL ITUARTE, L. (1993). *El Guadalquivir y la transformación urbana de Sevilla (Siglos XVIII-XX).* Biblioteca de Temas Sevillanos. Ayuntamiento de Sevilla.
- MORAL ITUARTE, L. (1996). *El agua en la organización del espacio urbano: el caso de Sevilla y el Guadalquivir.* Servicio de Publicaciones de la Universidad Autónoma de Barcelona.
- UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID (2014): Método de Gumbel [en línea] <http://ocw.upm.es/ingenieria-agroforestal/climatologia-aplicada-a-la-ingenieria-y-medioambiente/contenidos/tema-7/METODO-DE-GUMBEL.pdf>

WEBS:

- ANDALUCÍA. Consejería de Agricultura, Pesca y Medio Ambiente (2014). Subsistema de Climatología Ambiental [en línea] <http://www.climasig.es/ > [ref. de 14 de Julio de 2014].
- ANDALUCÍA. Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía. Consejería de Economía, Innovación, Ciencia y Empleo (2014). Geoportal de la Infraestructura de Datos Espaciales de Andalucía.< http://www.ideandalucia.es/IDEAvisor/> [ref. de 24 de Julio de 2014].
- ESPAÑA. Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Economía y Competitividad (2014). InfoIGME. Catálogo de Información Geocientífica del IGME. <http://www.igme.es > [ref. de 21 de Abril de 2014].

AQUA-RIBA

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

CASO DE ESTUDIO: BARRIADA DE "LAS HUERTAS". SEVILLA.

ANEXO 6.2.

CUESTIONARIO A VECINOS: PROPIETARIOS E INQUILINOS

Equipo AQUA-RIBA

Sevilla, Mayo – Junio 2014

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

CUESTIONARIO A USUARIOS (PROPIETARIOS / INQUILINOS)

Nº control:	Hora fin:
Fecha:	Id vivienda:
Hora inicio:	Id agente:

Estamos realizando un estudio sobre las condiciones de las instalaciones dentro de la barriada. Si es usted tan amable, nos gustaría hacerle unas preguntas sobre su vivienda para poder conocer mejor el estado de las instalaciones de agua. Sólo llevará unos minutos. Muchas gracias.

A. VALORACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA BARRIADA.

A1.- ¿Cuál/es son los principales problemas de la barriada?
Respuesta espontánea. Anotar:

A2.- Siendo 1 Muy Mal y 5 Muy Bien ¿Cómo valora los siguientes elementos de la barriada?

	MM	M	R	B	MB
Suelos, pavimentos, aceras					
Vegetación, sombras, arbolado					
Riego de jardines					
Fuentes públicas					
Servicio de limpieza de calles					
Sistema de alcantarillado					

A3.- Hablando del alcantarillado ¿cuál/es diría que son los principales problemas que presenta en la barriada?
Multirrespuesta

- ☐ Charcos
- ☐ Atascos
- ☐ Malos olores
- ☐ Otros: *Anotar:*
- ☐ NS/NC

B. CARACTERÍSTICAS DEL CONSUMO.

Ahora que conocemos un poco el barrio, vamos a hablar acerca de su domicilio.

B1.- ¿Cómo diría que es la presión que sale de su grifo?

- Muy buena/muy alta
- Buena/alta
- Normal
- Mala/Baja
- Muy mala/muy baja

B2.- ¿Se producen cortes de agua?

- Sí
- No → *pasar a B3*

B2.1.- ¿Con qué frecuencia?

- Muy frecuentemente
- Bastantes veces
- Algunas veces
- Pocas veces
- Raramente/ocasionalmente

B3.- Siendo 1 completamente de acuerdo y 5 completamente en desacuerdo, dígame su grado de acuerdo o desacuerdo con las siguientes afirmaciones sobre el agua del grifo:

	1	2	3	4	5
El agua del grifo no sabe a nada					
Elagua del grifo es transparente					
Elagua del grifo no huele a nada					

CALENTADOR:

SI TIENE CALENTADOR DE GAS:

B4.1.- ¿Hay problemas de presión para encenderlo?

- Sí
- No

SI TIENE CALENTADOR ELÉCTRICO:

B4.2.- ¿Diría que el agua caliente es suficiente para todos los usos a diario?

- Sí
- No

B5.- ¿cuánto diría que tarda en salir el agua caliente? __ sg

SI HAY LAVAVAJILLAS

B7.2.1.- Aproximadamente ¿cuántas veces lo usa por semana?

- Nunca
- 1 vez por semana
- 2-3 veces por semana
- 4 o más veces por semana
- NS/NC

B7.2.2.- ¿Usa programas económicos/ahorradores?

- Sí
- No
- NS/NC

B7.2.3.- ¿Está conectado al ACS?

- Sí
- No

SI HAY LAVADORA

B7.2.4.- Aproximadamente ¿cuántas veces la usa por semana?

- Nunca
- 1 vez por semana
- 2-3 veces por semana
- 4 o más veces por semana
- NS/NC

B7.2.5.- ¿Usa programas económicos/ahorradores?

- Sí
- No
- NS/NC

B7.2.6.- ¿Está conectado al ACS?

- Sí
- No

B7.4.- ¿Cuándo usa el agua caliente en la cocina? ¿En qué épocas del año?

- Siempre/indistintamente
- Sólo en invierno
- Nunca
- Otras:_____

HÁBITOS DE USO Y GESTIÓN.

B8.- ¿Han renovado alguna vez la instalación?

- Sí _____
- No
- NS/NC

B8.1.- ¿Cuándo? *Anotar.*

9.- ¿Tomas alguna medida para ahorrar agua?

- Sí
- No → *pasar a B10*
- NS/NC → *pasar a B10*

B9.1.- ¿Cuál/es? *[No leer respuestas]*	
Cerrar bien los grifos	
Cerrar grifos durante afeitado, lavado de dientes...	

B10.- ¿Han tenido alguna fuga de agua en los últimos 6 meses?

- Sí
- No
- NS/NC

B11.- ¿Cómo desechan los siguientes residuos?

	Por el WC	Papelera / Basura	Fregadero	Otro
Papel higiénico				
Toallitas				
Aceite				
Otros líquidos **¿cuál/es?:**				

B12.- ¿Qué productos de limpieza utilizan?
Anotar:

C. CARACTERÍSTICAS DEL HOGAR.

Ya para terminar, nos gustaría conocer algunos datos sobre su domicilio y las personas que viven en él.

C1.- Su vivienda ¿es en propiedad o de alquiler?

- Propiedad
- Alquiler
- otro:_____

C2.- ¿Cuántas personas viven en su hogar habitualmente? ¿Qué características tienen?

	Edad	Hombre/Mujer	Ocupación	estudios
Persona 1				
Persona 2				
Persona 3				
Persona 4				
Persona 5				
Persona 6				

C3.- Si consideramos que los ingresos medios de un hogar están en torno a los 800 euros mensuales ¿Dónde se situarían los de esta vivienda?

Menos de la mitad	Aproximadamente la mitad	Aproximadamente esa cifra	Más de eso, pero menos del doble	Aproximadamente el doble	Más del doble	NS/NC

C4.- ¿Suelen estar en la vivienda los fines de semana?

- Sí
- No
- NS/NC

C5.- ¿Hay épocas del año en las que se modifique la composición del hogar, que vivan más personas o menos?

- Sí
- No → *pasar aC6*
- NS/NC → *pasar a C6*

C5.1.- ¿Qué época/s?

☐ Verano
☐ Navidades
☐ Otras:_____

C6.- ¿Suelen almorzar en el hogar?

- Sí
- No
- NS/NC

C7.- ¿Suelen estar en el hogar personas que no viven en él, como familiares, amistades, cuidadores...?

- Sí
- No
- NS/NC

B'. CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES

B1.
Medir Q (l/sg) en un grifo (siempre el mismo. P. ej. El fregadero).
Anotar: _____ l/sg

B4.- ¿Me permite ver su calentador de agua?
- Anotar tipo de calentador:

- Gas
- Eléctrico

- Anotar potencia y capacidad del calentador

Potencia:_____ KW Capacidad:_____ litros

*- Anotar ubicación del calentador:*_____

CARACTERÍSTICAS DE LOS APARATOS:
Inspección visual por parte del encuestador (llevar referencias para catalogar (imágenes fichas).

B6.- ¿Me permite ver su/s cuarto/s de baño?

B6.1- Número de cuartos de baño en el domicilio: _____

GRIFOS:



Mezcladores



Monomando



Economizadores

CISTERNA:



Pequeña (6 litros)



Grande: (12-18 litros)

B6.2- Grifería:	Baño 1	Baño 2
Mezcladores		
Monomando		
Economizadores		
Otro:_____		
B6.3- Tipo de cisterna:		
Grande		
Pequeña		
Doble descarga		
Otros:_____		

DUCHAS:



Limitador de caudal



Rociadores



Otros: termoestáticos

B6.4- Ducha		
Rociadores		
Limitadores de caudal		
Otros:_____		
B6.5.- Bañera		
Sí		
No → *pasar a B7*		

B6.6.- ¿Suelen bañarse/usar la bañera?

- Sí
- No

B7.- ¿Me permite ver su cocina?

B7.1.- Grifería:	Cocina
Mezcladores	
Monomando	
Economizadores	
Otro:_____	
B7.2.- Electrodomésticos:	
Hay lavavajillas	
Hay lavadora	
B7.3.- Otros usos:	
Terraza con plantas	
Pileta	
Otros:_____	

B.7.

SI HAY LAVAVAJILLAS:

- anotar marca:_____

- anotar modelo:_____

- anotar antigüedad:_____años

SI HAY LAVADORA:

- anotar marca:_____

- anotar modelo:_____

- anotar antigüedad:_____años

Muchas gracias por participar en esta encuesta. Con la información que nos ha dado, junto con la del resto de vecinos/as participantes podremos conocer mejor cómo funciona la barriada, los problemas que tiene y las posibles soluciones.

AQUA-RIBA

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

CASO DE ESTUDIO: BARRIADA DE "LAS HUERTAS". SEVILLA.

ANEXO 6.3.

ANÁLISIS SOCIO-ESTADÍSTICO DE CUESTIONARIO A USUARIOS

Taraceas S.Coop.And

Sevilla, Julio 2014

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

taraceas

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Caso de estudio: Barrio de Las Huertas

Informe socio-estadístico de cuestionario a usuarios.

Proyecto AQUA-RIBA

Elaboración del cuestionario: Equipo AquaRiba

Sondeo realizado por Lucía Otero Monrosi

Supervisión de cuestionario e Informe: Taraceas S. Coop. And.

Julio 2014

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Objetivos 1

Metodología 2

Análisis de resultados 3

Características Sociodemográficas 4

Características del hogar 9

Valoración características de la barriada 13

Características del consumo 17

Características de las instalaciones 36

Análisis de correlaciones 43

Conclusiones 48

Anexo: cuestionario 50

Objetivos

El presente documento recoge los principales resultados de la investigación realizada dentro del Proyecto AQUA-RIBA: Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía. Dicho proyecto es desarrollado por la Universidad de Sevilla dentro del Programa de Proyectos de I+D+i de la Agencia de Obra Pública de Andalucía.

Este informe responde a la solicitud realizada a Taraceas S. Coop. And. por parte del equipo investigador de AQUA-RIBA.

Concretamente, este documento presenta el análisis de los resultados de una parte de la intervención realizada en la barriada de Las Huertas, en el distrito de San Pablo de la ciudad de Sevilla. Dicha intervención incluía la caracterización de una serie de dimensiones relativas al consumo de agua por parte de propietarios y/o inquilinos en esta barriada sevillana, que constituye el caso de estudio del proyecto sobre gestión integrada del ciclo urbano del agua.

Los principales objetivos de esta investigación son:

- Conocer las características y los hábitos de consumo de agua en esta barriada.
- Caracterizar las instalaciones domésticas.
- Conocer las características del hogar.

Metodología

- **Tipo de investigación**: cuantitativa, mediante la aplicación de un cuestionario presencial con preguntas cerradas, semi-cerradas y abiertas.
- **Carácter**: exploratorio/descriptivo.
- **Ámbito**: barriada conocida como **"Las Huertas"**, en el distrito VIII (San Pablo-Santa Justa) de la capital sevillana.
- **Unidad muestral**: Viviendas dentro del barrio.
- **Universo de estudio**: 600 viviendas dentro de esta barriada, independientemente de cuántas personas habiten en cada una de ellas.
- **Muestra**: 200 encuestas.
- **Error muestral**: con un nivel de confianza del 95,5% y en el supuesto más desfavorable (p=q=0,5) existe un error muestral de $\pm$5,6%
- **Cuestionario:** diseñado conjuntamente por el equipo investigador de AQUA-RIBA y Taraceas S. Coop. And.
- **Trabajo de campo:** realizado entre el 4 de junio y el 4 de julio de 2014.

Análisis de resultados

Se presentarán los resultados en seis bloques temáticos, correspondientes con los bloques del cuestionario aplicado.

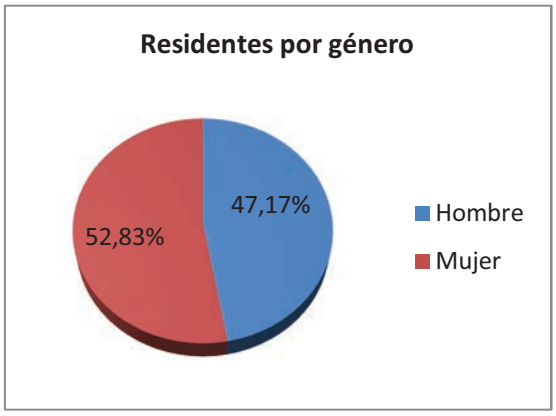
1. Características sociodemográficas
2. Características del hogar
3. Valoración de las características de la barriada
4. Características del consumo
5. Características de las instalaciones

Existen dos dimensiones principales que atraviesan todo el estudio: la dimensión **opinática** y la **observable**. Se han querido combinar ambas para dotar a los resultados de un mayor alcance y una mayor profundización en la comprensión de la realidad del barrio.

Por una parte se ha preguntado a la población acerca de su opinión y valoración sobre elementos urbanísticos y de equipamientos, en un afán por conocer las opiniones y valoraciones de la población residente. Por otra parte, se ha querido complementar esta información con la observación directa por parte del personal encuestador de ciertas características del equipamiento del hogar.

A lo largo del documento se irán introduciendo análisis segmentados de algunos datos relevantes.

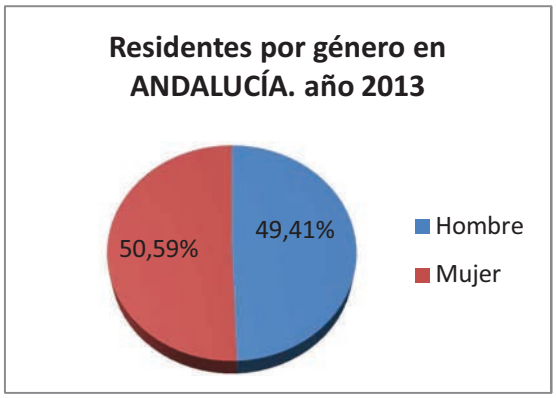
CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS



En primer lugar, se realiza una caracterización sociodemográfica de la población del barrio.

Existe una mayor proporción de población femenina que masculina.

Ligeramente superior a la ratio general en el municipio, la provincia y Andalucía. Lo que es coherente con el nivel de envejecimiento que caracteriza el barrio, también superior a la de otros ámbitos.



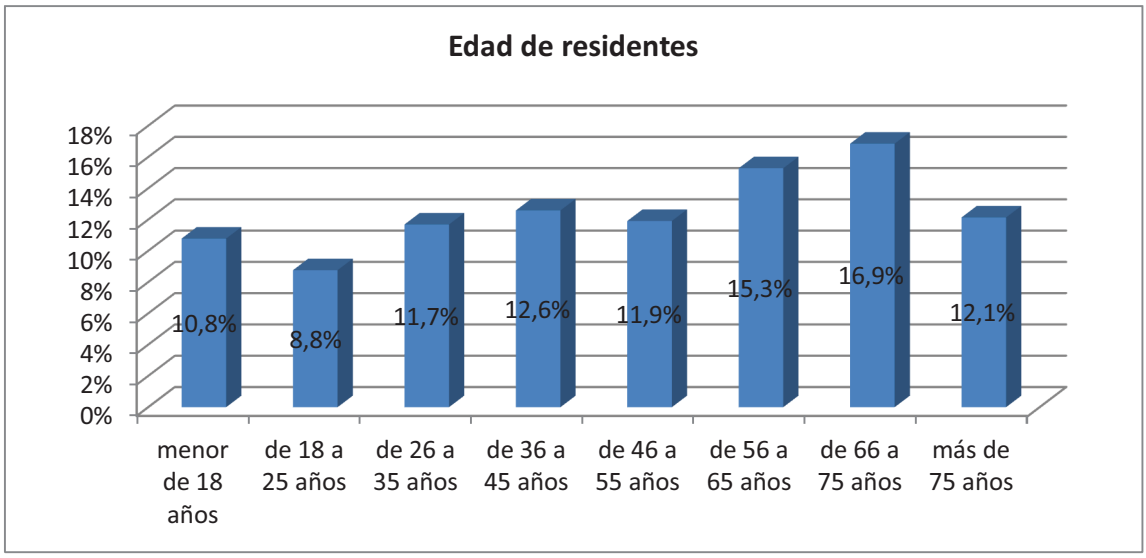
En el conjunto de Andalucía la diferencia entre los porcentajes de hombres y mujeres desciende de 5,66 a 1,18 puntos.

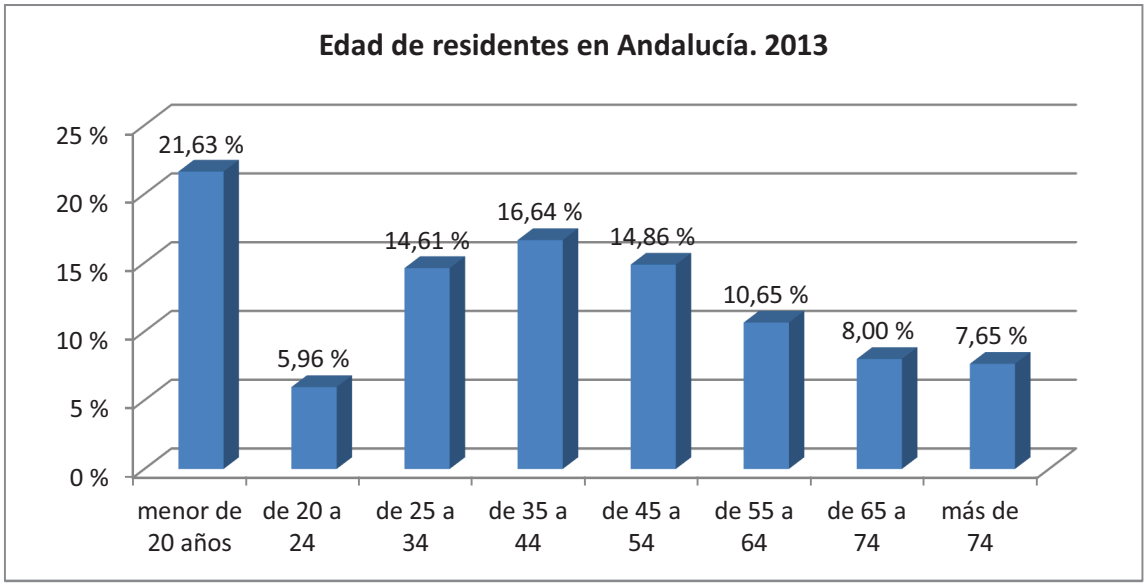
Analizando las características de la población según los tramos de edad, se puede observar una tendencia hacia el envejecimiento poblacional. En la siguiente gráfica se muestran los datos obtenidos, donde se comprueba que hasta el **29% de la población es mayor de 65 años.**

El grupo de edad más representado es el de personas de 66 a 75 años, que suponen el 17% de la población del barrio. El siguiente grupo con mayor presencia es el de personas de 56 a 65 años, que supone el 15% del total.

Si comparamos los datos de la barriada con las características de la población en Andalucía comprobamos que el porcentaje de población mayor de 65 años para el año 2013 según el Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía es del 15,6 %. Siendo el grupo de edad más representado el de personas con menos de 20 años, que suponen el 21,63% de la población de la región. El siguiente grupo con mayor presencia es el de personas de 35 a 44 años, que supone el 16% del total.[1]

[1] Datos del Padrón de Habitantes 2013 extraídos del Sistema de Información Multiterritorial de Andalucía (SIMA) del Instituto de Estadística y Cartografía de Andalucía.

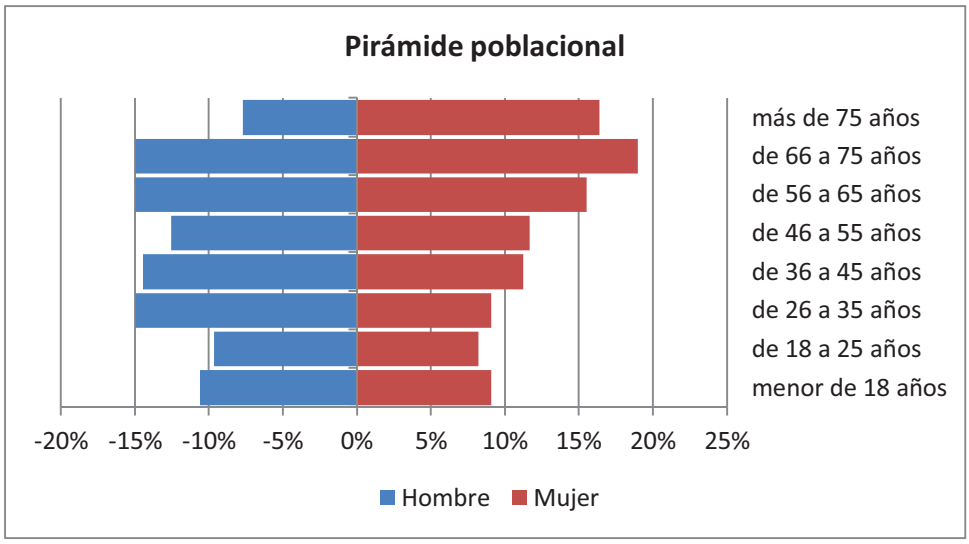




Fuente: Padrón de habitantes 2013. IECA.

Pero quizás donde mayor relevancia tengan estos datos es al combinar ambas dimensiones, edad y género, como muestra la pirámide poblacional:

http://www.juntadeandalucia.es/institutodeestadisticaycartografia/iea/consultasActividad.jsp?CodOper=6&sub=50174



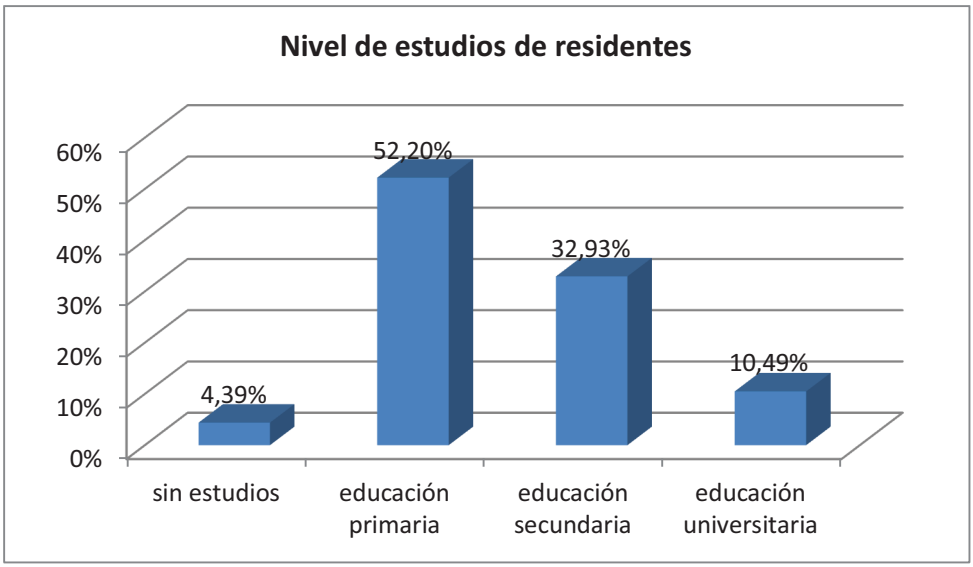
En este caso, los porcentajes se refieren al total de la población de cada uno de los sexos.

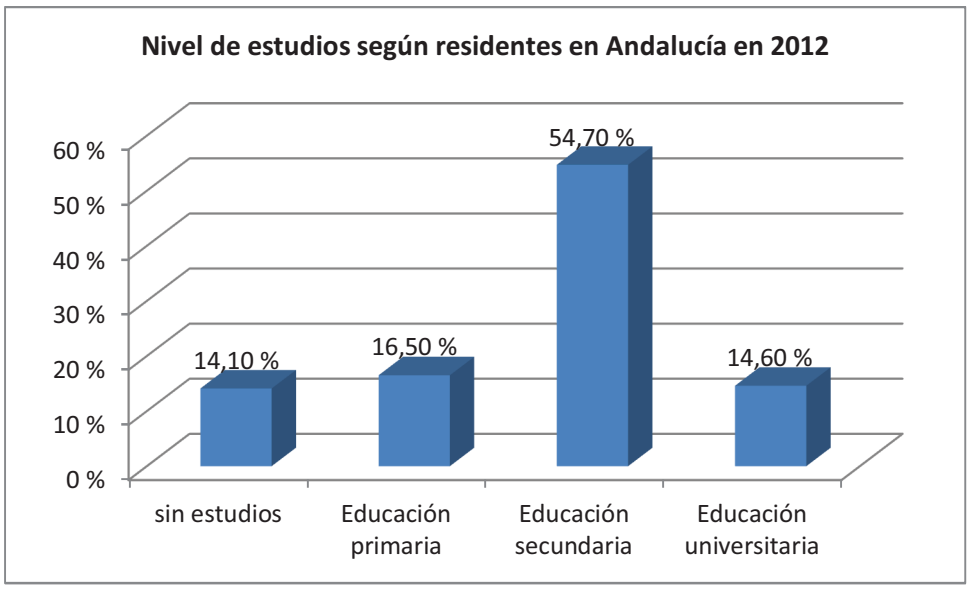
Se puede observar que el grupo poblacional de mujeres de 66 a 75 años es el más representado, suponiendo un 19% del total de mujeres que habitan en el barrio.

En cuanto a los hombres, hay una representación proporcionada entre los distintos grupos de edad, sin llegar a superar el 15%.

Se puede afirmar, por tanto, que la población de este barrio presenta rasgos de **envejecimiento** y de **feminización**. El análisis detallado permite observar que ambas dimensiones están relacionadas. Es decir, a medida que crece la edad, crece el nivel de feminización.

En cuanto al nivel de estudios, **más de la mitad de la población tiene estudios primarios** como el mayor nivel educativo alcanzado, debido, en parte, al envejecimiento poblacional de la barriada.

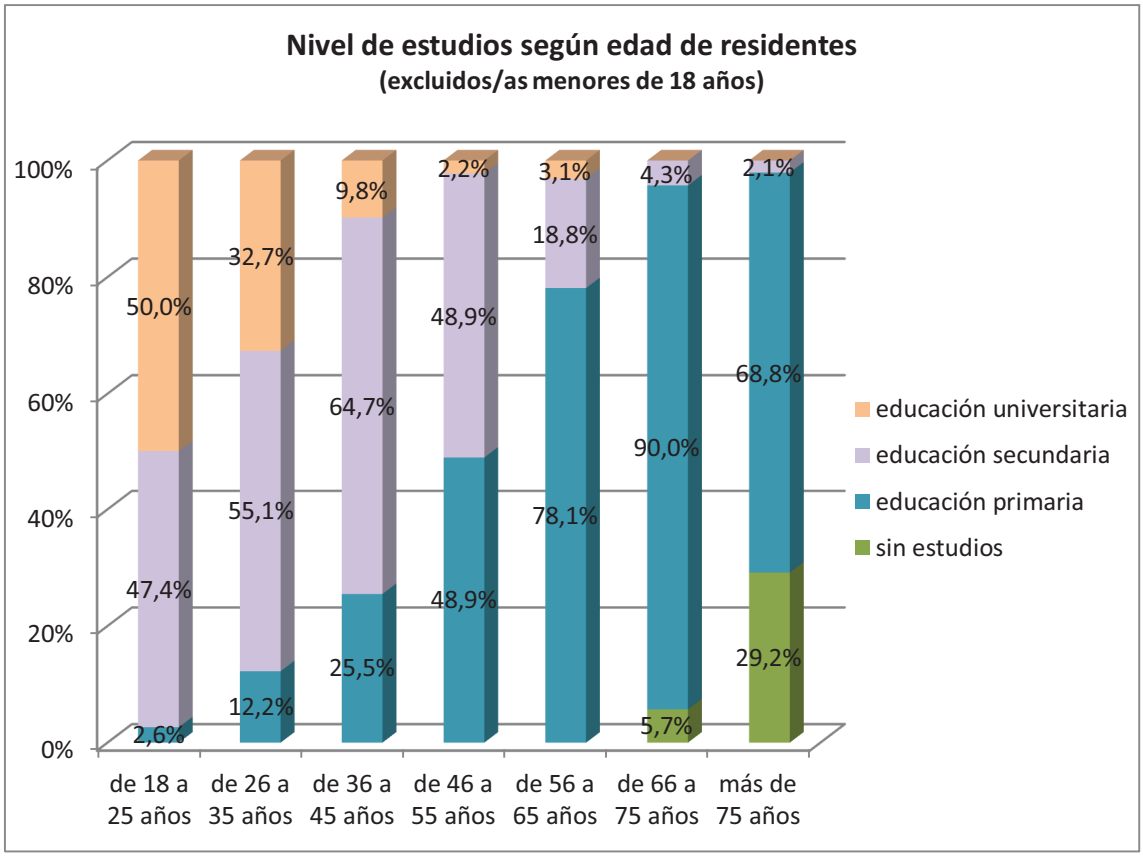




Fuente: Instituto Nacional de Estadística (2012)

Observando los datos comparados para el total de población residente en Andalucía, según datos del INE para el año 2012, se constata que el nivel educativo de esta barriada es significativamente menor que para el conjunto de la población.

Para comprender mejor este dato, se han segmentado las respuestas en función de la edad, excluyendo a la población menor de 18 años, obteniendo los siguientes datos:

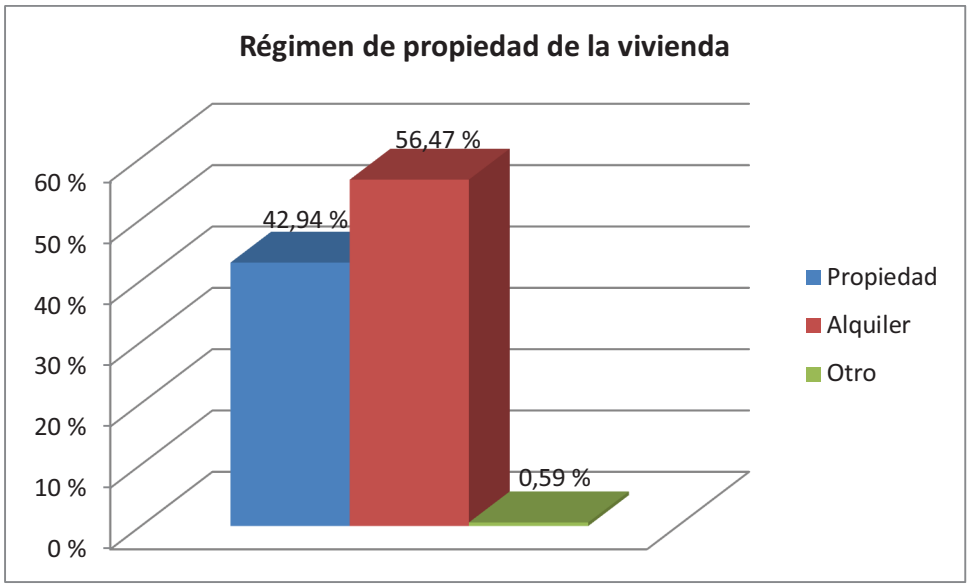


En este caso se observa claramente que la componente generacional es determinante en el nivel educativo alcanzado. El remanente de población sin estudios se concentra en la población mayor de 66 años.

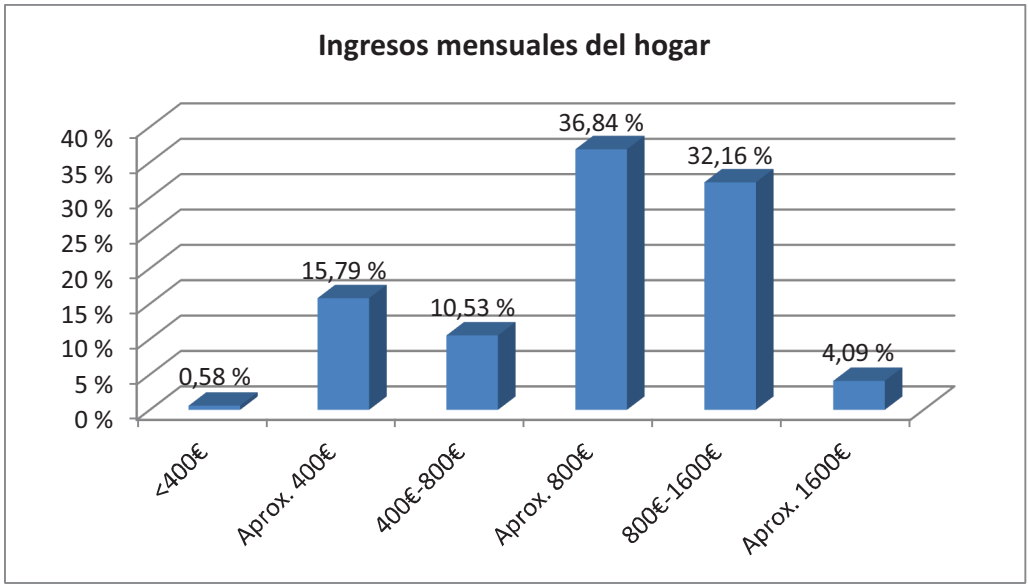
Asimismo, la aparición de los estudios universitarios es inexistente en estos dos grupos poblacionales y testimonial entre la población mayor de entre 46 y 65 años, mientras que empieza a ser patente a medida que desciende la edad.

- Población **envejecida** y **feminizada**, especialmente la de mayor edad.
- **Medio-Bajo nivel educativo**, menor que la media andaluza.

CARACTERÍSTICAS DEL HOGAR



La mayor parte de las viviendas se encuentran en régimen de alquiler. El 43% lo están en propiedad.



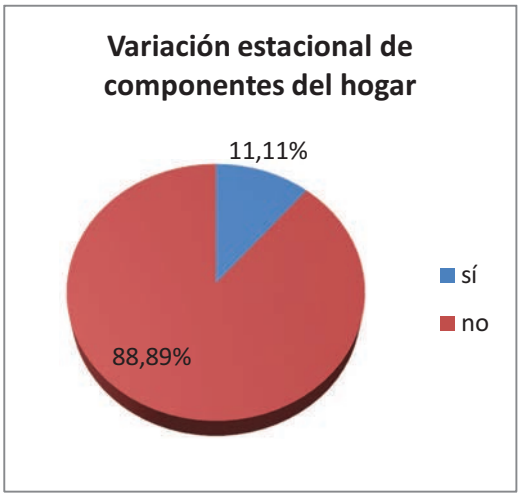
En cuanto a los ingresos medios del hogar, el 69% se encuentra en la franja que va de los 800€ a los 1600€. No obstante, hasta un 16% afirma contar con unos 400€ mensuales. Esta cantidad coincide aproximadamente con el importe de la pensión no contributiva, situación en la que, presumiblemente, se encuentra buena parte de la población.

- La mayor parte de las viviendas se encuentran en régimen de **alquiler**.
- La mayor parte de los ingresos por cada hogar oscila entre los **800€ y 1600€.**
- Hay una bolsa poblacional relevante con ingresos en torno a los **400€** mensuales.

Además de los datos reseñados en el primer apartado, el de las características sociodemográficas de la población, en este apartado se ha querido indagar acerca de algunas características, como las variaciones en la composición del hogar, ya sea por motivos estacionales u otros, que puedan modificar los patrones de consumo de agua en el domicilio.

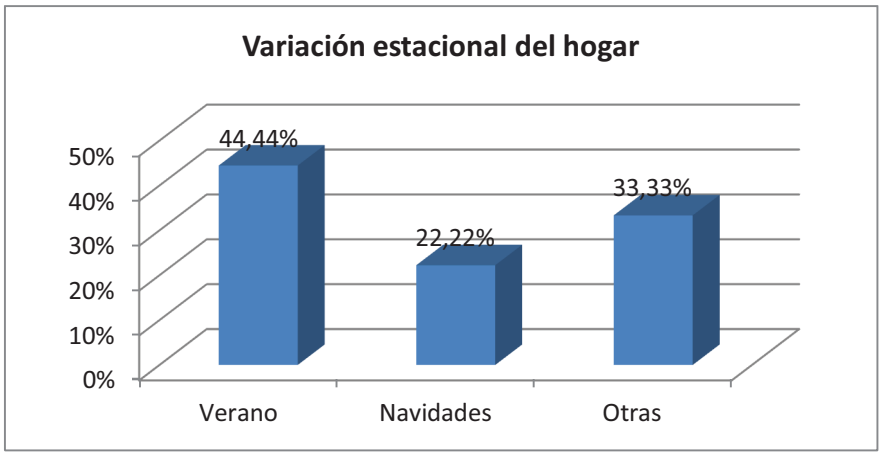


Durante los fines de semana no se dan apenas variaciones, pues el **96,5%** afirma **no cambiar de residencia**.



Sin embargo, este porcentaje incrementa hasta un **11%** cuando se refiere a **variaciones estacionales**, y no sólo de salida, sino de entrada. Es decir, se pregunta si había épocas del año en que se incremente o disminuya la cantidad de gente en el domicilio.

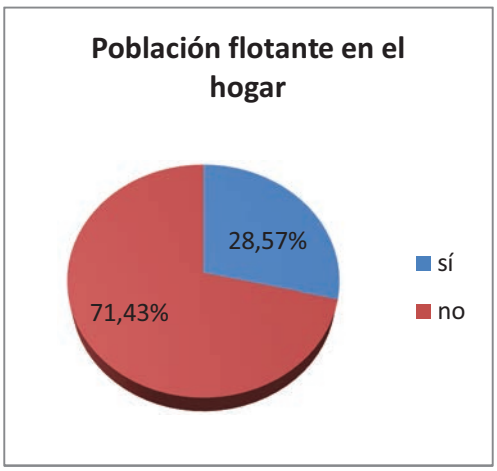
De estas variaciones estacionales la mayoría se producen durante la **época estival**, y una tercera parte en la **época navideña**.





En la misma medida que la variación de componentes del hogar, resulta relevante para estudiar el consumo de agua conocer la frecuencia con la que se almuerza dentro o fuera del hogar.

La práctica totalidad de las personas (**98%**) afirman que **sí suelen almorzar en el domicilio**. No obstante, pudiera ser que, en hogares con más de una persona, esta respuesta sea incompleta, ya que la persona entrevistada se puede referir sólo a sí misma.



En la misma línea que las anteriores preguntas, se incluyó en el cuestionario una pregunta relativa a población flotante, entendiendo esta población como aquélla que, sin residir habitualmente en la vivienda, acostumbra a estar en ella. En estos casos se incluían tanto a amistades y familiares como a personas dedicadas a los cuidados.

Más de un **28,5%** afirmó que había población que habitualmente estaba en el hogar (y, por tanto, que podía influir en el consumo de agua).

Para profundizar algo más en este aspecto, también se preguntó a quienes afirmaron contar con población flotante en sus domicilios, por el número aproximado de personas que se encontraban en esta situación.

	N	Mínimo	Máximo	Suma	Media	Desv. típ.
¿Cuántas, aproximadamente?	36	1	4	71	1,97	1,055

En esta tabla se observa que, en los 36 casos válidos (hay otros nueve casos que afirmaron contar con población flotante, pero fueron incapaces de especificar un número y, por tanto, han sido excluidos de este cálculo), es decir, en los 36 domicilios, esta cantidad oscilaba entre una persona y cuatro. La media de personas que se consideran población flotante es de dos personas por domicilio.

Se han realizado análisis para conocer si estadísticamente se hallaban diferencias en las facturas según el número de persona residentes en el domicilio y la existencia de población flotante, pero los datos no son concluyentes.

- Apenas hay variaciones en la **composición del hogar** los fines de semana. Algo más durante las épocas veraniegas y navideñas.
- Sí se encuentran datos relevantes en cuanto a la **población flotante** en el domicilio.
- La media de población flotante es de **dos personas**.

VALORACIÓN CARACTERÍSTICAS DE LA BARRIADA

Principales problemas de la barriada

Se pregunta a la población acerca de los principales problemas que, a su juicio, presenta el barrio. Se trata de una pregunta abierta, donde no se sugiere ningún tipo de respuesta. A posteriori se procede a clasificar estas respuestas. La siguiente tabla muestra las respuestas obtenidas.

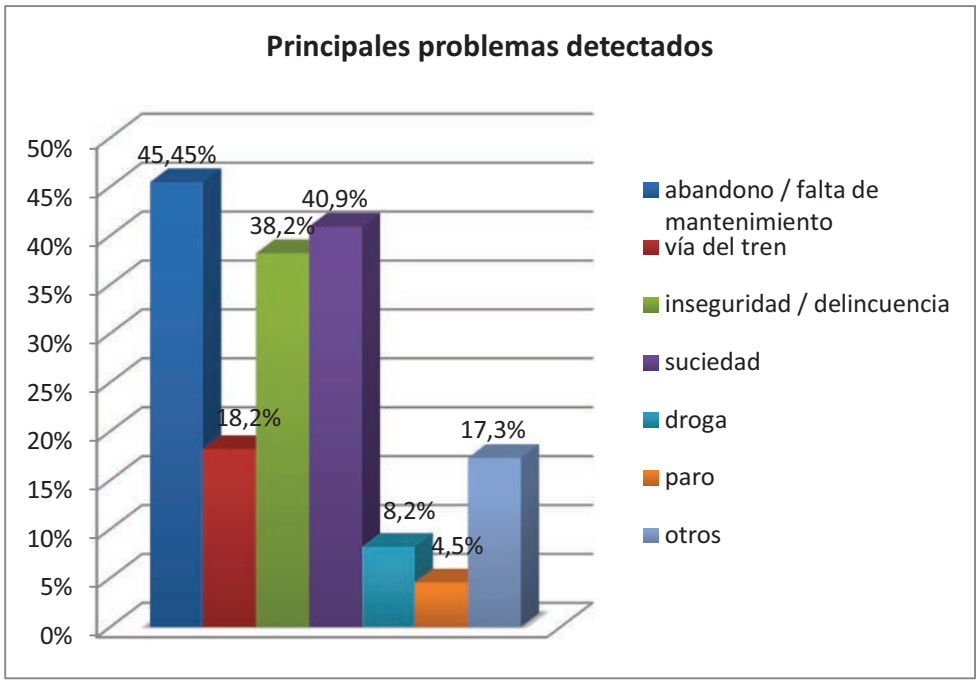
Esta primera aproximación cualitativa permite conocer las inquietudes de la población sin el inconveniente de ofrecer una serie de respuestas cerradas que podrían dirigir el resultado.

Por lo tanto, éstas son respuestas espontáneas.

PRINCIPALES PROBLEMAS DETECTADOS Respuesta espontánea
• **Abandono del barrio/falta de mantenimiento**
o Por parte de las autoridades
o Por parte de la propia vecindad
• **Vía del tren**
o Ruidos
o Radiaciones
o Vibraciones
o Tapia en mal estado
• **Inseguridad/delincuencia**
o Vandalismo
o Juventud ruidosa y peligrosa
o Mal ambiente
o Mala gente
o Peleas
• **Suciedad**
o Excrementos caninos
o Arbolado en mal estado / Flores amarillas
• **Droga**
• **Paro**
• **Otros**
o Ratas
o Falta de aparcamiento
o Ausencia de servicios sanitarios
o Mal uso de la zona deportiva
o Arquetas de agua
o Mal estado del acerado
o Contenedores (no hay, están mal ubicados)

Se ofrece el listado completo de respuestas, antes de analizar su distribución, porque arroja luz sobre aspectos que de otra manera se habrían perdido.

No obstante, también se ha procedido a recodificar las respuestas y agruparlas para ofrecer una distribución cuantitativa de las mismas, con la finalidad de conocer cuál o cuáles de los problemas afectan a un mayor número de personas.



Los tres problemas con mayor incidencia han sido la sensación de **abandono** y/o **falta de mantenimiento del barrio**, la **suciedad** y la sensación de **inseguridad**.

Destaca también por lo específico de este barrio la existencia de la **vía del tren** en este barrio como fuente de problemas. Se puede observar en la tabla de respuestas abiertas que estos problemas incluyen los ruidos provocados por la vía del tren, así como las vibraciones, las radiaciones y la falta de mantenimiento de la tapia que separa las vías del barrio.

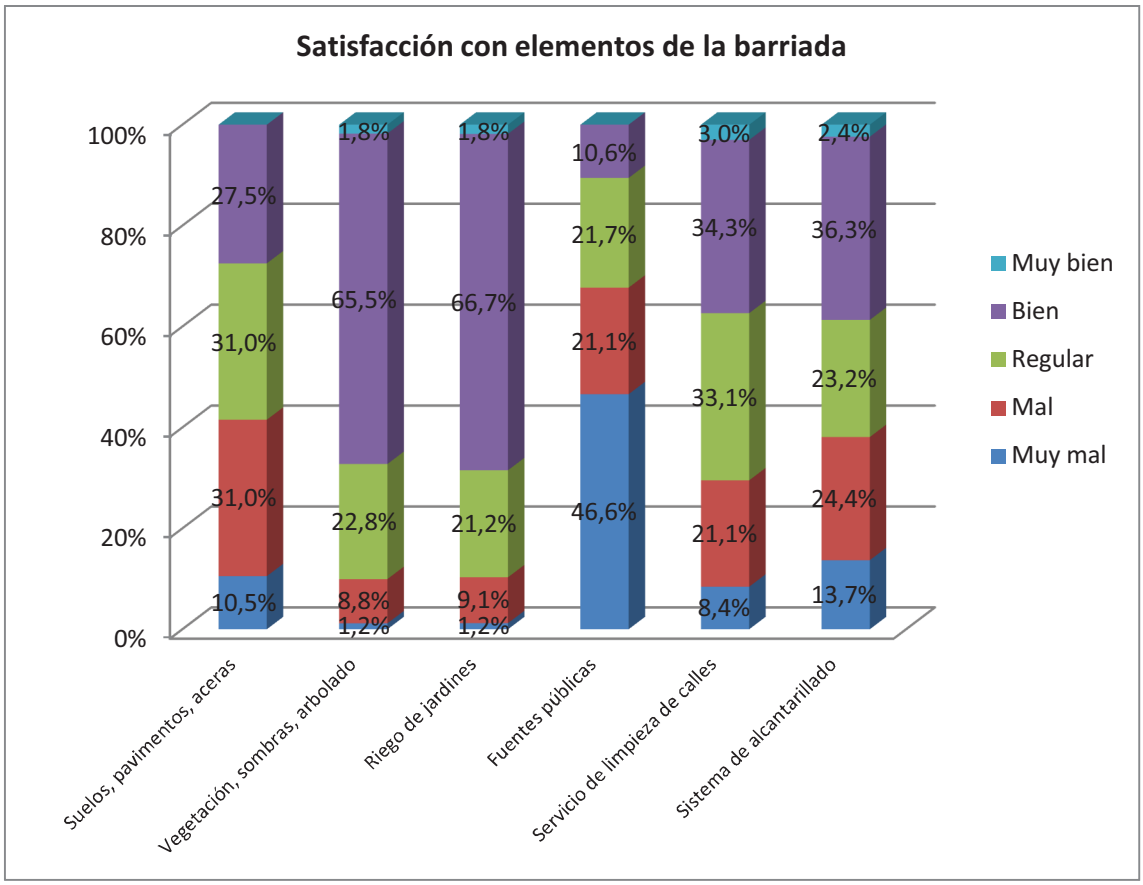
Otros problemas detectados han sido el **tráfico de droga** y la situación de **paro**. De hecho, cabe destacar que en varios casos se ha relacionado el problema de la inseguridad o delincuencia con el alto paro juvenil.

Cabe especificar que se han registrado bastantes respuestas relativas a las "**flores amarillas**", que se refiere al tipo de floración del arbolado del barrio[2], que ensucia tanto las calles como los vehículos aparcados.

[2] Se trata de la especie *Tipuana Tipu*, más conocido como Palo Rosa.
http://es.wikipedia.org/wiki/Tipuana_tipu

Satisfacción con elementos de la barriada

También se solicitó a las personas encuestadas una valoración de ciertos elementos arquitectónicos. En este caso se trataba de una pregunta cerrada.



El elemento que presentó peores valoraciones fue el de **fuentes públicas**, donde hasta un 68% de la población consideraba que su estado era malo o muy malo[3].

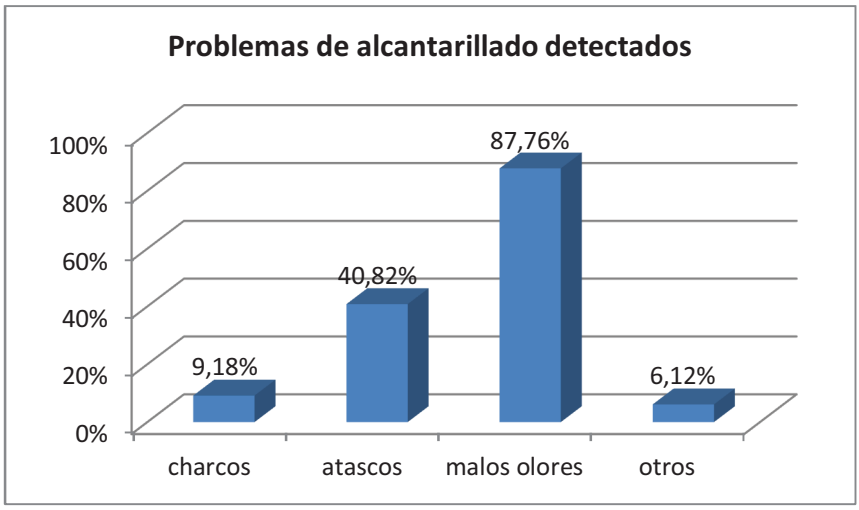
Asimismo, el estado del **acerado, suelos y pavimentos** el barrio también es evaluado como deficiente por parte del 41,5% de la población.

Por otra parte, el estado de la **vegetación y arbolado**[4], así como del **riego de jardines** son los elementos mejor valorados. Cerca de un 70% de la población considera que su estado es bueno o muy bueno.

Tanto el **alcantarillado** como el **servicio de limpieza de calles** presentan valores muy distribuidos.

[3] Según la información cualitativa recabada, sólo existe fuente pública en el parque infantil del barrio, por lo que la mayoría de la población, especialmente quienes no tienen hijos/as o no sacan a pasear a un perro, desconocen su existencia.

[4] También a través de la información cualitativa se conoce que el cuidado del arbolado es sufragado por la vecindad a través de la comunidad de vecinos/as, pero argumentan que si no fuese así, no existiría ningún cuidado por parte del Ayuntamiento.



Para conocer mejor la valoración de los elementos del alcantarillado, se procedió a preguntar acerca de ciertos elementos relativos al mismo.

El principal problema detectado fue el de los **malos olores**, que apareció en el 88% de las respuestas. Asimismo, aunque en menor medida, los **atascos** fueron mencionados en el 41% de los casos.

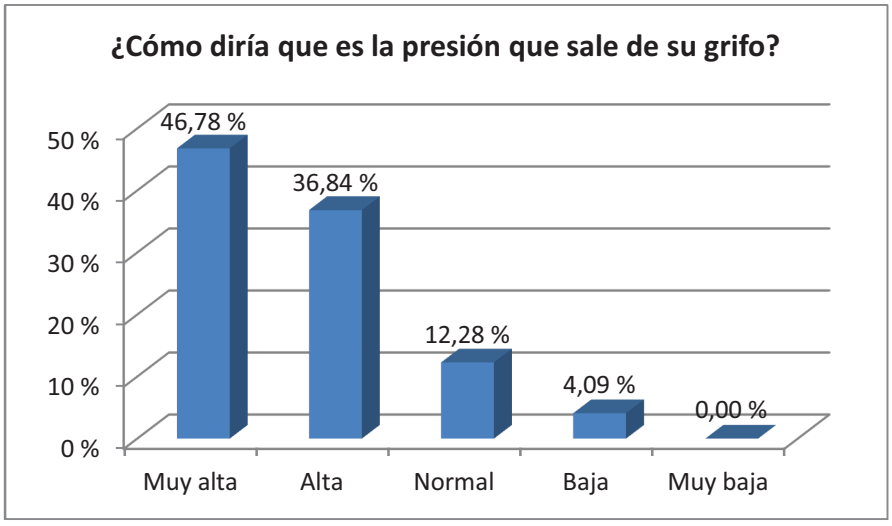
- Los principales problemas de la barriada detectados por la población son el **abandono del barrio**, la **suciedad** y la sensación de **inseguridad**.
- En cuanto al alcantarillado, los problemas se concentran en la percepción de **malos olores**.

CARACTERÍSTICAS DEL CONSUMO

El siguiente bloque analizado es el de las especificidades del consumo de agua en los hogares, basado en las respuestas de las personas encuestadas.

Un elemento interesante a investigar fue el de la percepción del tipo de presión obtenida en los grifos de las viviendas.

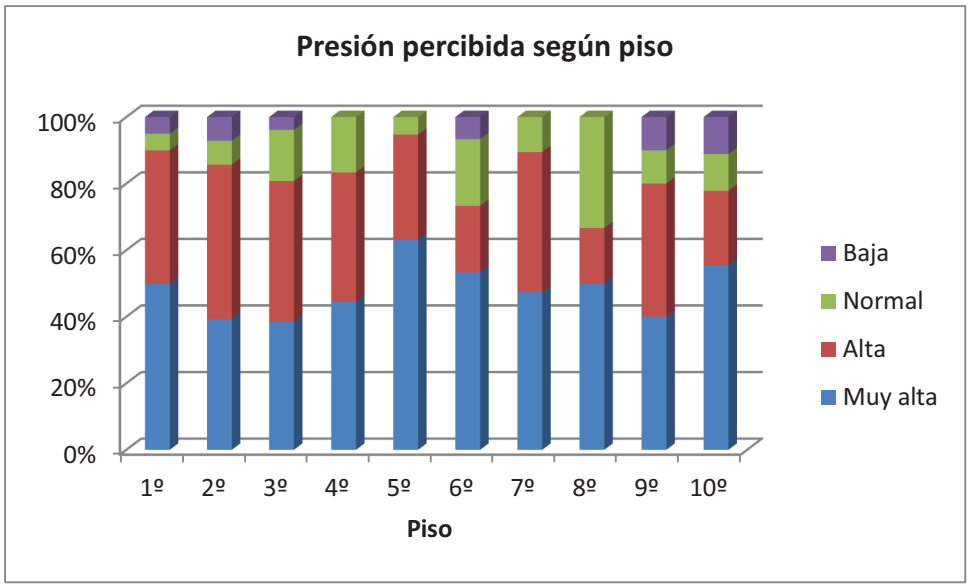
Curiosamente, los problemas que puedan derivarse de la presión del agua no provienen de una baja presión, sino al contrario, de una excesiva presión.



Ninguna de las personas encuestadas afirmó que la presión de su grifo era **muy baja**, lo cual es ilustrativo.

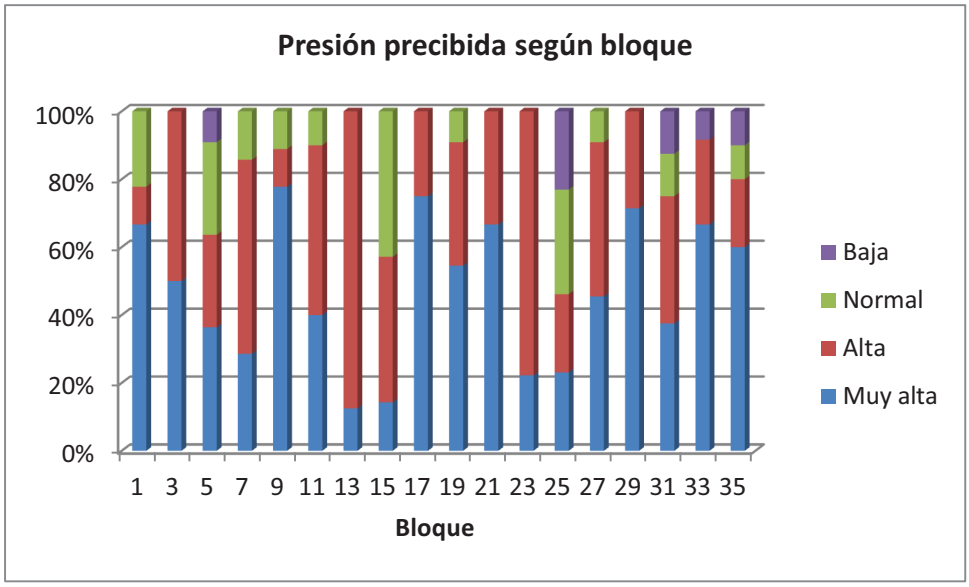
Hasta el 84% de las respuestas se concentraban en los valores de **muy alta** o **alta presión**.

Se han analizado las respuestas segmentándolas según la altura dentro del edificio, para saber si hay diferencias entre ellos.



Se observa en el gráfico que **no hay diferencias de percepción de la presión en función de la altura de la vivienda**.

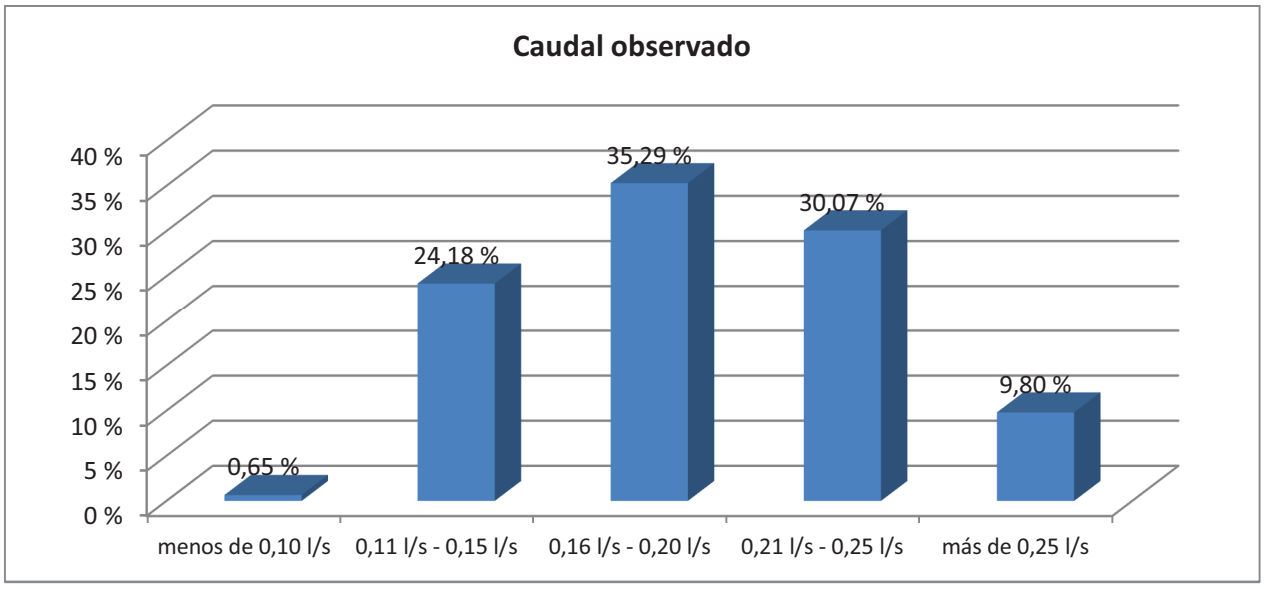
Se ha realizado un análisis ulterior, para conocer si hay diferencias ya no entre los pisos, sino entre los distintos edificios de la barriada. Para ello se han cruzado las respuestas por el bloque de viviendas al que pertenece la vivienda.



Sin necesidad de comprobar los datos individualizados, resulta evidente que **tampoco existen diferencias en la presión del agua según el edificio de la barriada.** Exceptuando el bloque número 25, en todos los demás el porcentaje de población que respondía que la presión era **alta** o **muy alta** supera el 50%.

En cualquier caso, valga este análisis como aproximación, pues, por un lado, no se han realizado medidas específicas para representar a todos los bloques de manera ponderada y, por otra parte, se trata de percepciones de sus habitantes.

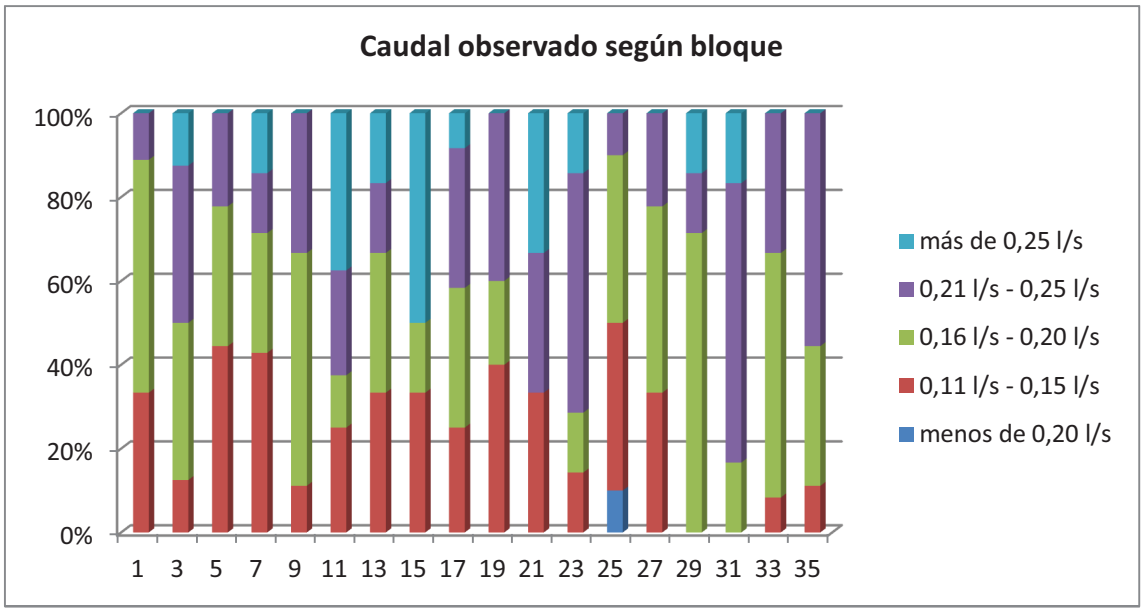
Para contrastar estos datos, también se ha realizado una medición *in situ* del caudal correspondiente al grifo del fregadero de cada una de las viviendas.



	N	Rango	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
litros_seg	154	,91	,09	1,00	,2055	,08310
N válido (según lista)	154					

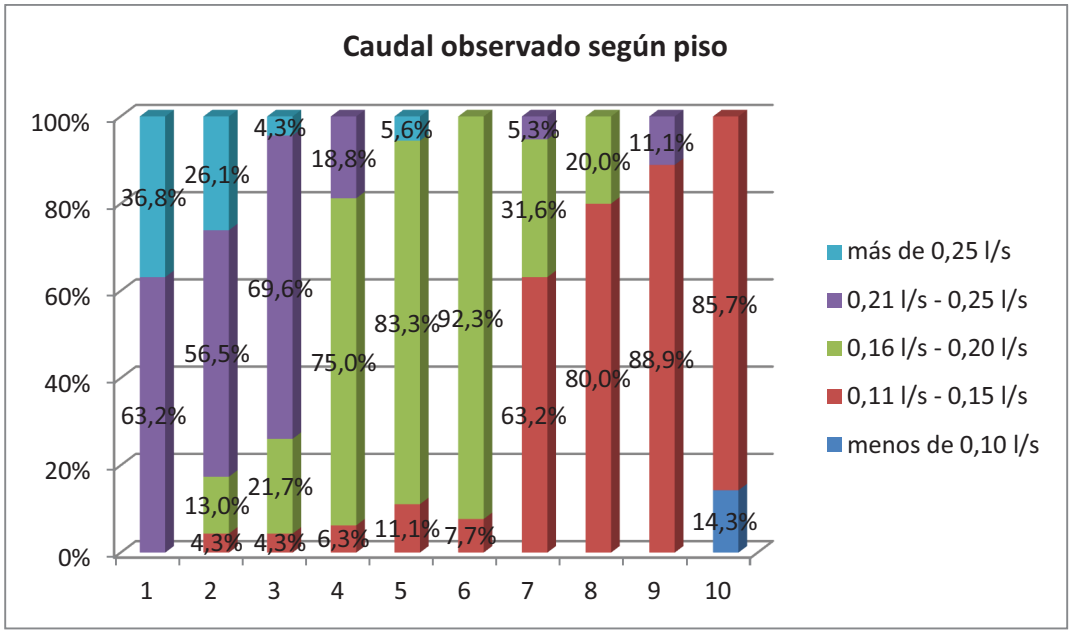
El caudal medio de este grifo en la barriada se sitúa en torno a los 0,20 litros por segundo. Hasta un 40% de las viviendas presentan valores superiores a la media.

No obstante, cruzando los datos de caudal observados *in situ* con los bloques de viviendas, se constata que, efectivamente**, los valores de caudal más bajos se dan en el bloque 25**, que es el único donde se ha detectado un valor inferior a 0,10 l/s.



Donde sí se encuentran claras diferencias en el cruce entre caudal observado y la altura de la vivienda, es decir el piso dentro del bloque de viviendas. Como es de esperar**, a medida que la altura del piso es mayor, descienden los valores de caudal**.

Prácticamente todos los valores del rango superior corresponden a medidas realizadas en el primer y segundo piso. Del mismo modo, los dos rangos de menor presión aparecen a partir de la séptima altura del edificio y se hacen más acusados cuanto mayor es la altura.



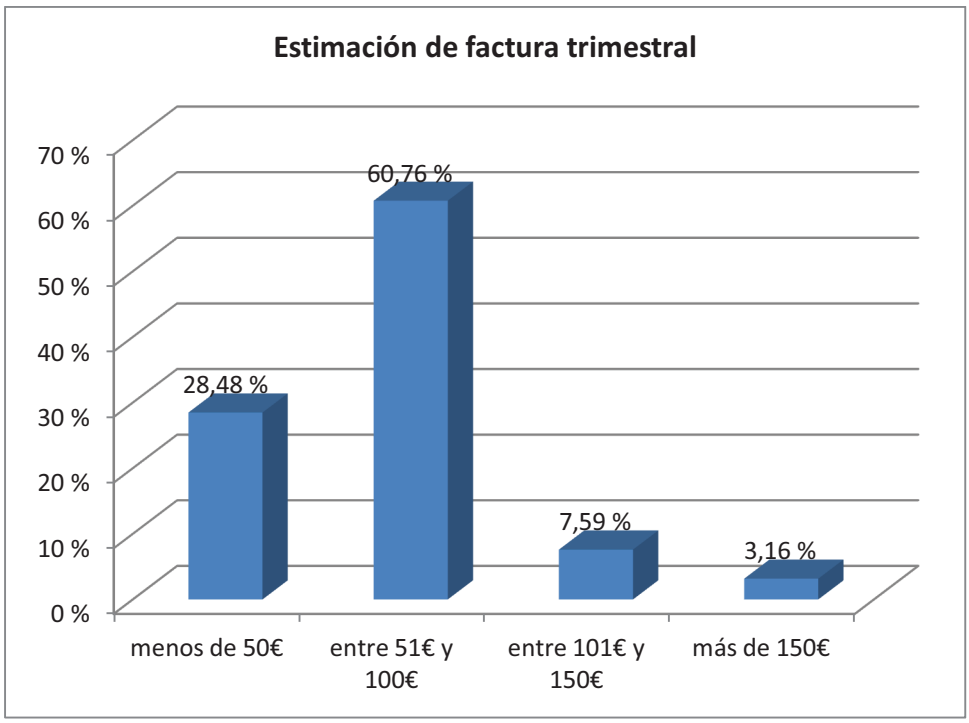
Es interesante contrastar estas dos medidas, la de la percepción y la observación, pues aunque resulte evidente que, de manera objetiva, la presión varía sustancialmente dependiendo de la altura de la vivienda, la percepción de sus habitantes, sin embargo, es distinta.

Valgan estos cálculos como aproximaciones, ya que es probable que la identificación del bloque 25 como el de menor presión se deba a que las medidas se hayan realizado mayoritariamente en pisos a mayor altura que el resto.

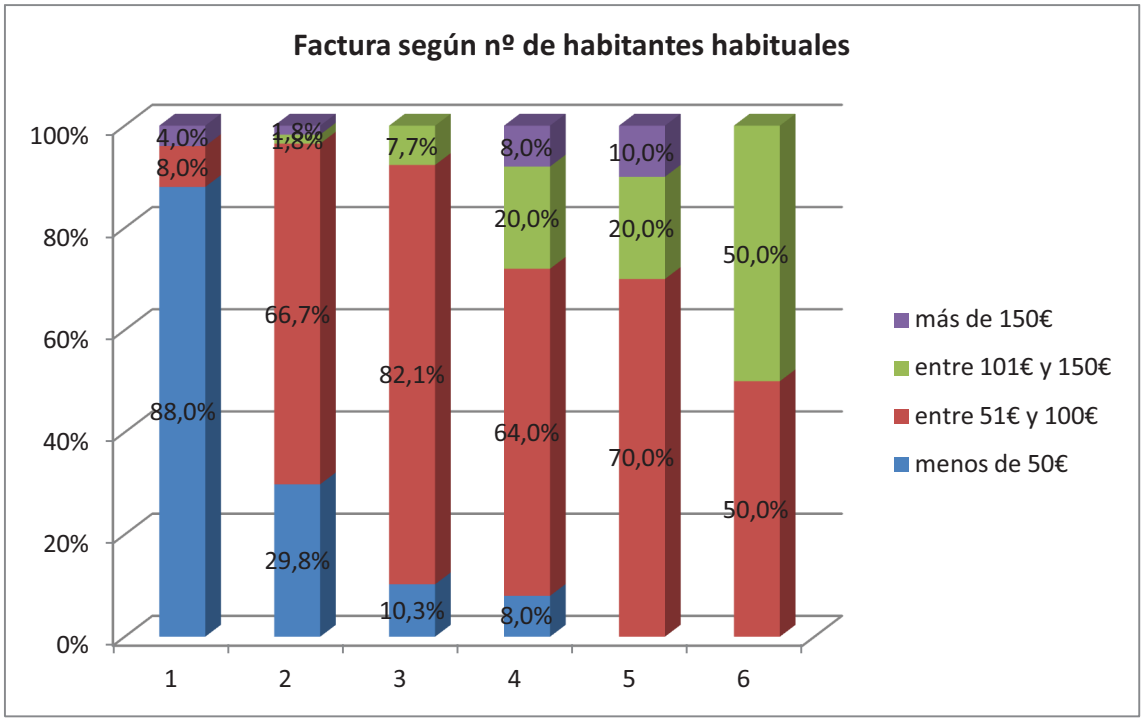
- Hay diferencias entre la **presión percibida** y el **caudal observado.**
- El caudal depende, fundamentalmente, de la altura del piso donde se realice la medida
- En general, la presión de agua de la barriada se percibe como **alta,** datos que se confirman al compararlos con las medidas de **caudal observado**.

En cuanto a la factura trimestral de agua, se solicitó a las personas encuestadas que estimaran el importe habitual, tomando como referencia, en los casos donde fue posible, la última factura recibida.

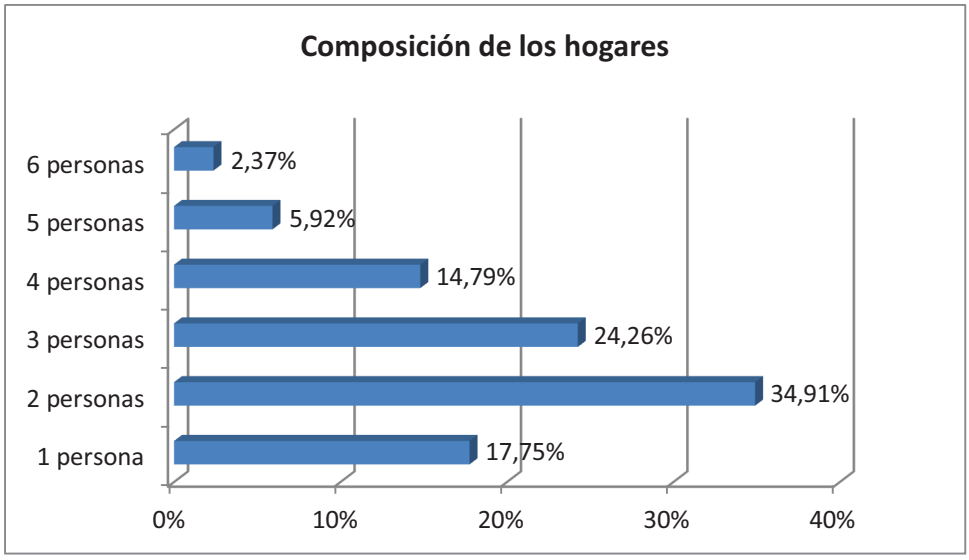
La gran mayoría de viviendas se encuentra en el rango comprendido entre los 51€ y 100€ trimestrales.



Existe un elemento determinante en este aspecto, y es el del número de personas que habitualmente habitan la vivienda.



Como puede comprobarse, existe una relación directa entre estas dos variables. No obstante, es de destacar que el rango de factura más elevado, el de más de 150€, se distribuye muy desigualmente. Esto se puede deber a que es mucho mayor el número de viviendas encuestadas donde habita menor número de personas que aquellas en las que viven hasta seis.



Si se toman los valores discretos de la estimación de la factura trimestral, es decir, si no se agrupan en intervalos, se obtienen los siguientes datos estadísticos:

Estadísticos

Estimación de la última factura trimestral

N	Válidos	138
	Perdidos	32
Media		70,66
Moda		55
Desv. típ.		35,636
Rango		230
Percentiles	25	47,75
	50	64,00
	75	85,00

La factura media hallada es de 70,66€, mientras que la respuesta que más veces se ha obtenido es de 55€.

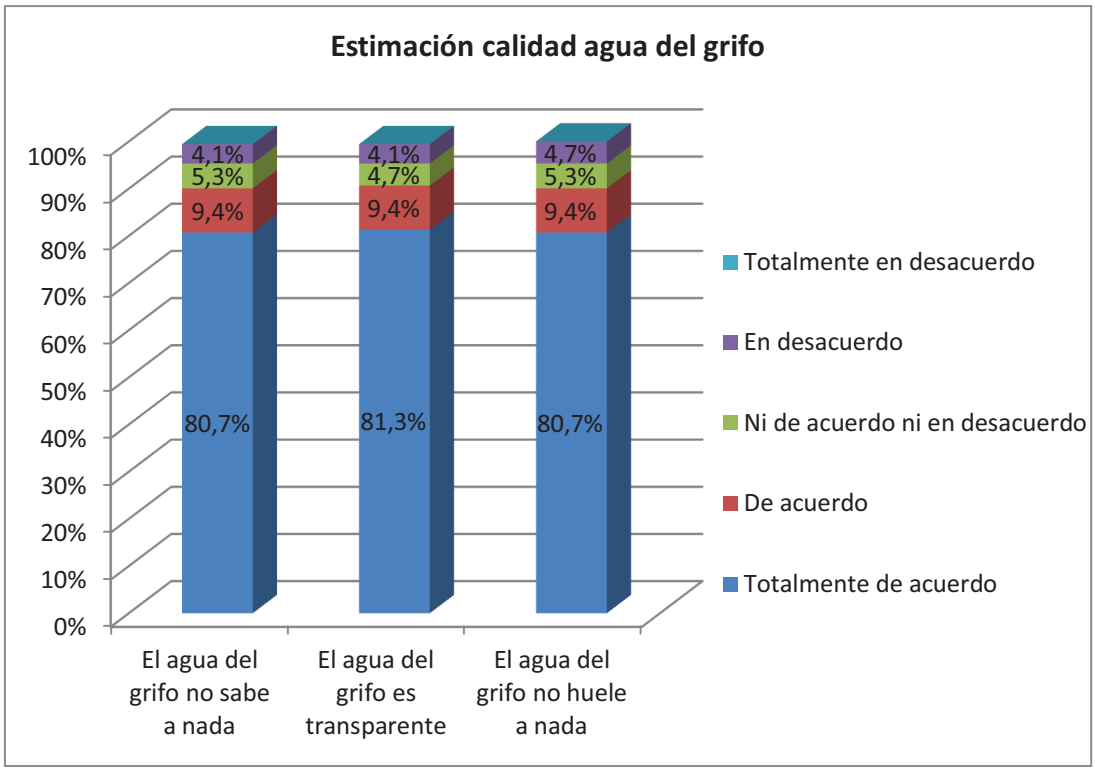
Los datos de percentiles indican, una vez ordenados los datos de menor a mayor, el valor de la variable por debajo del cual se encuentra un porcentaje de los casos observados.



Son muy infrecuentes los cortes de agua en el barrio.

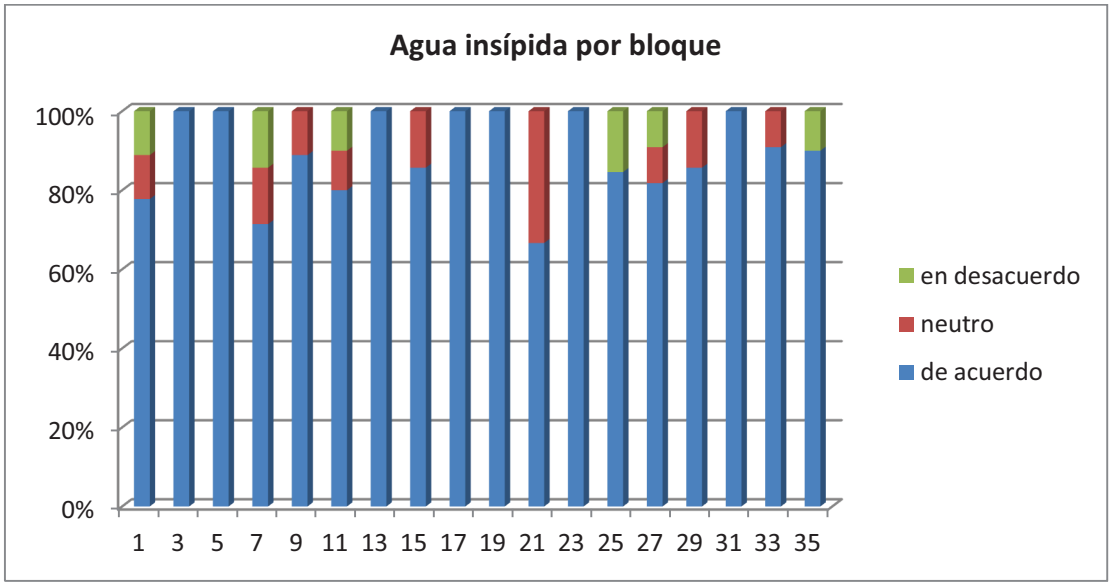
Tan sólo un 2% afirmó haberlos sufrido en los últimos seis meses.

Se solicitó a las personas encuestadas que valoraran la calidad del agua. Concretamente se pedía evaluar tres características: sabor, transparencia y olor.



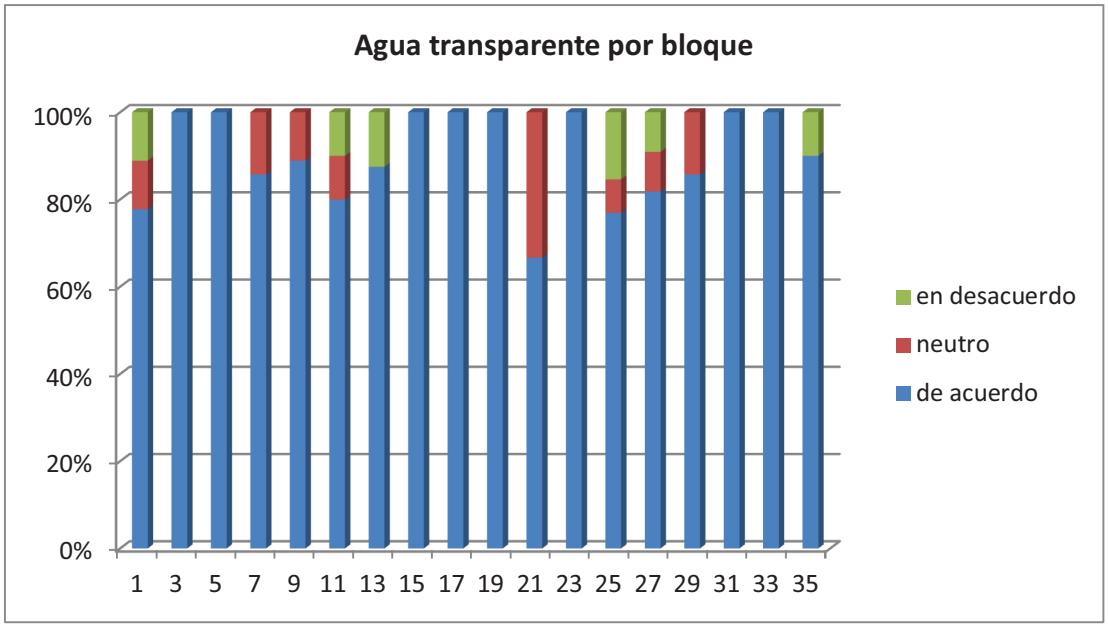
Más del 80% afirmó que la calidad del agua era buena, mostrándose totalmente de acuerdo con tales afirmaciones.

Se ha realizado un análisis suplementario para conocer si había diferencias entre la percepción de la calidad del agua según el bloque de vivienda al que pertenece la vivienda encuestada.

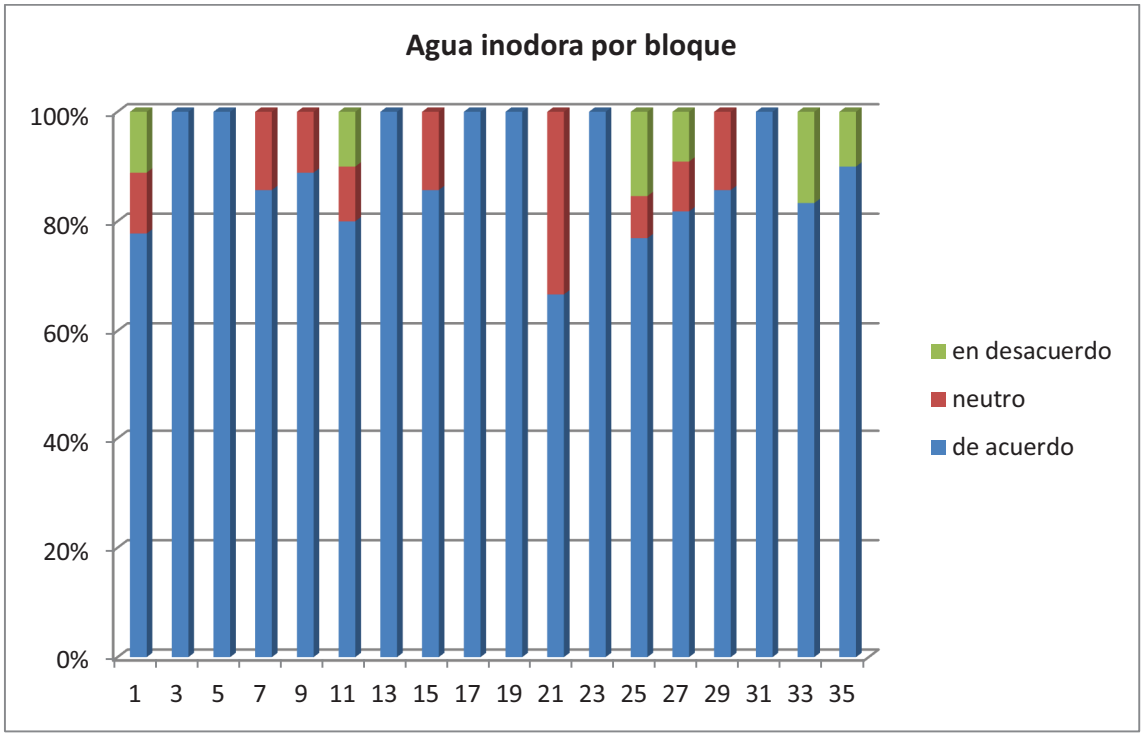


Para facilitar el análisis, se han agrupado las respuestas en sólo tres categorías: de acuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo y en desacuerdo.

Los bloques donde hubo menos unanimidad a la hora de declarar el agua como insípida fueron el 21, 25, 7, 1 y 27.



Los bloques 25 y 13 tuvieron más respuestas en las que consideraban que el agua del grifo no era transparente.



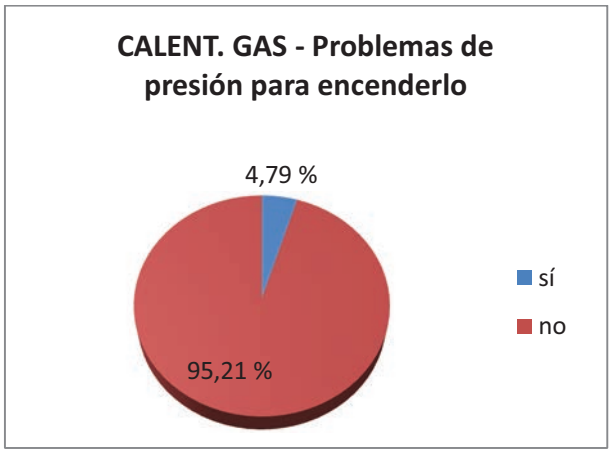
En cuanto al olor, los bloques 33 y 25 registraron un mayor número de respuestas desaprobatorias.

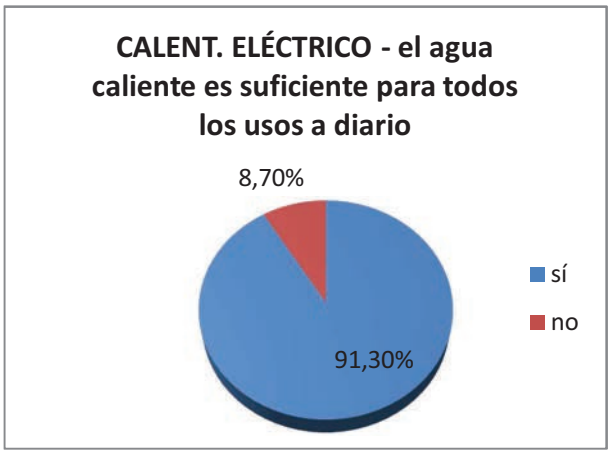
Por lo tanto, la percepción de la población indica **que la calidad del agua del bloque 25 presenta deficiencias**, especialmente en comparación con los resultados registrados en los demás bloques.

Estos datos han de ser tomados con cautela, pues los análisis estadísticos no han podido demostrar una relación significativa. Esto se debe a que no hay suficientes datos, ya que este estudio abarca una gran cantidad de ítems.

- La **factura media** de agua está en torno a los 70 €.
- En la mayor parte de los hogares **habitan 2 o 3 personas** de manera habitual.
- Los cortes de agua son **muy infrecuentes**.
- En general, la **calidad** del agua es percibida como **muy buena**.

En función del tipo de calentador existente en la vivienda, se preguntaba acerca de problemas de presión para encenderlo, en el caso de los calentadores de gas, y de la cantidad de agua caliente disponible en el caso de los eléctricos.

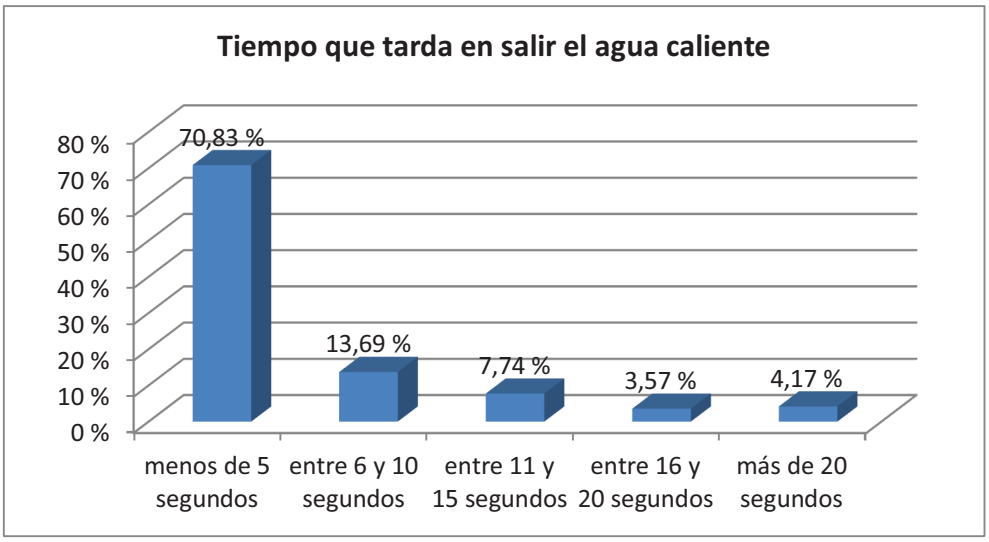




Sólo **un 5% de las viviendas con calentador de agua afirmaron encontrar problemas de presión**.

En cuanto a los eléctricos, **más del 91% afirmó bastarle con el agua caliente proporcionada por su calentador para todos los usos diarios**.

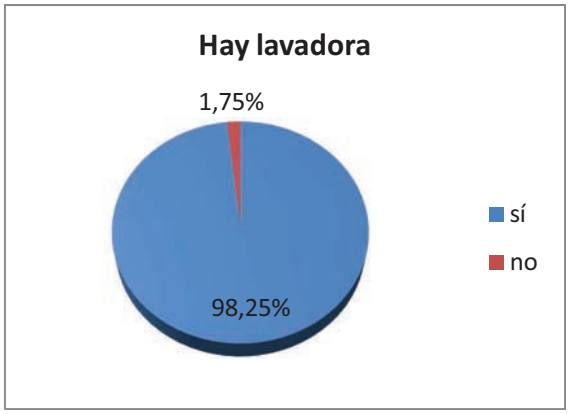
Profundizando acerca de los calentadores de agua, también se quiso saber el tiempo que tardaba, a juicios de la persona encuestada, en salir el agua caliente una vez se accionaba el grifo.

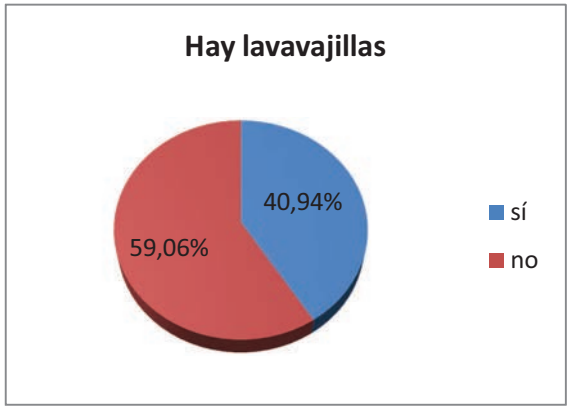


Los resultados muestran que, en hasta el 71% de los casos, la salida de agua caliente era **muy rápida**, menos de 5 segundos.

Sólo un 8% afirmaron que este tiempo se demoraba más de 15 segundos.

Es destacable, respecto a la velocidad con la que sale el agua caliente, que la mayor parte de las personas encuestadas argumentaron que las tuberías carecen de elementos de aislamiento, por lo que, al estar expuestas al sol, el agua suele estar recalentada.

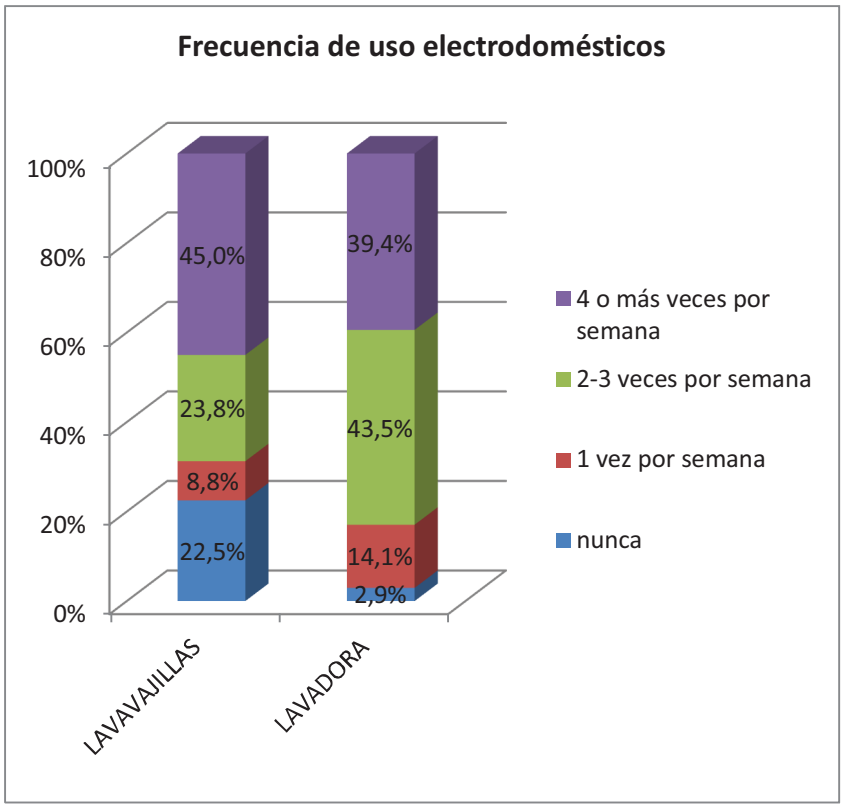




En cuanto a la presencia de distintos electrodomésticos que pueden hacer variar la cantidad de agua utilizada en cada vivienda, en prácticamente todos los hogares existe lavadora. Sin embargo, lavavajillas sólo se encontró en el 41% de las viviendas.

No se han encontrado diferencias significativas en función de la cantidad de personas que residen habitualmente en la vivienda.

Pero sí se consideró importante conocer la intensidad de uso de estos electrodomésticos.



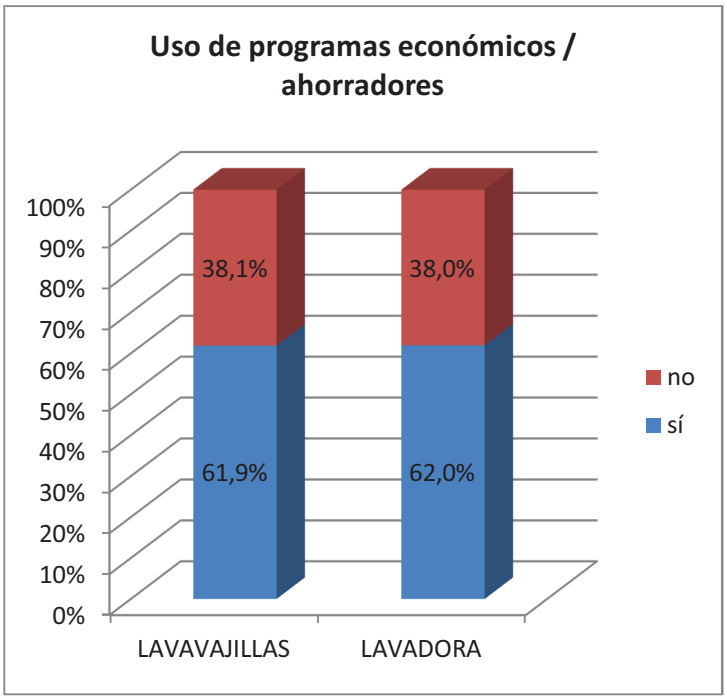
Se observa que hay viviendas donde **no se usa el lavavajillas** a pesar de contar con él. Esto ocurre en el **22,5%** de los casos donde existe este electrodoméstico.

Por contraste, **hasta un 45% de estos hogares** afirman usarlo un mínimo de 4 veces por semana, es decir, **realizan un uso intensivo**.

En cuanto a la lavadora, la frecuencia de uso que se da en más ocasiones es la **de 2 o 3 veces semanales, hasta en un 43,5% de los hogares**.

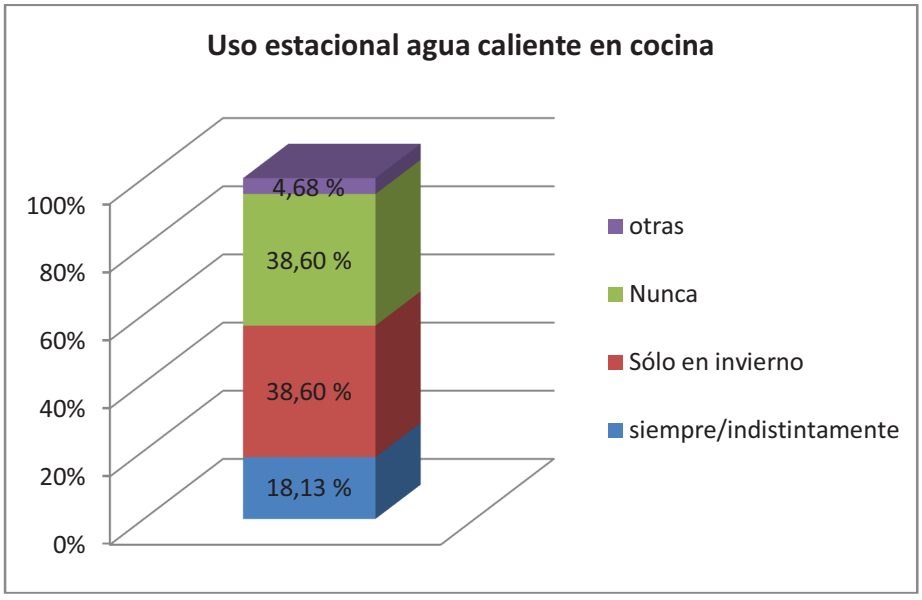
También es importante el porcentaje de hogares donde se realiza un **uso intensivo de la lavadora, que alcanza hasta el 39%.**

A la hora de determinar el papel que tienen estos electrodomésticos en el consumo de agua, también se preguntó acerca del uso de los programas ahorradores de agua.



Se hallaron cifras muy similares para ambos aparatos. **En torno al 62% de quienes los tienen afirman usar dichos programas económicos**.

Otro factor estudiado se refiere al uso estacional del agua caliente. Se quiere conocer si el, uso del agua caliente en la cocina se realiza uniformemente a lo largo del año o si hay épocas en las que varíe.

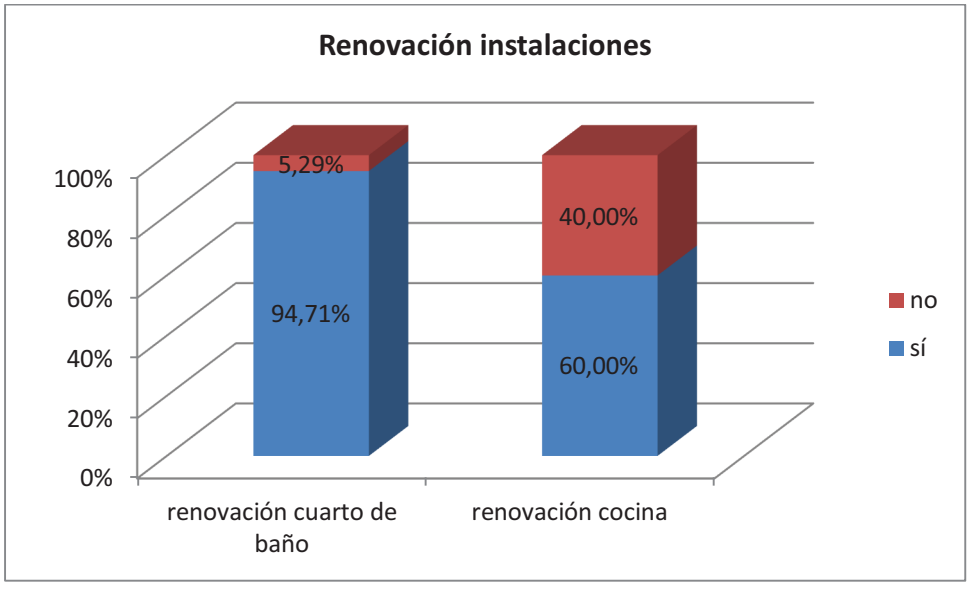


Los datos obtenidos muestran que sólo un **18% de los hogares usan el agua caliente en la cocina de manera habitual**, independientemente de la época del año, mientras que un

39% afirma usarla sólo durante el invierno. La misma proporción de viviendas**, 39%, no usan nunca agua caliente en la cocina**.

- El agua caliente de los calentadores de gas **no ocasiona problemas de presión**.
- El agua caliente de los calentadores eléctricos suele **ser suficiente** para los usos diarios.
- Hay hogares con lavavajillas en que **prefieren no utilizarlo**.
- Es común el uso de **programas ahorradores**, tanto en lavadora como en lavavajillas.
- El uso de agua caliente en la cocina está condicionado en buena medida por la **época del año**.

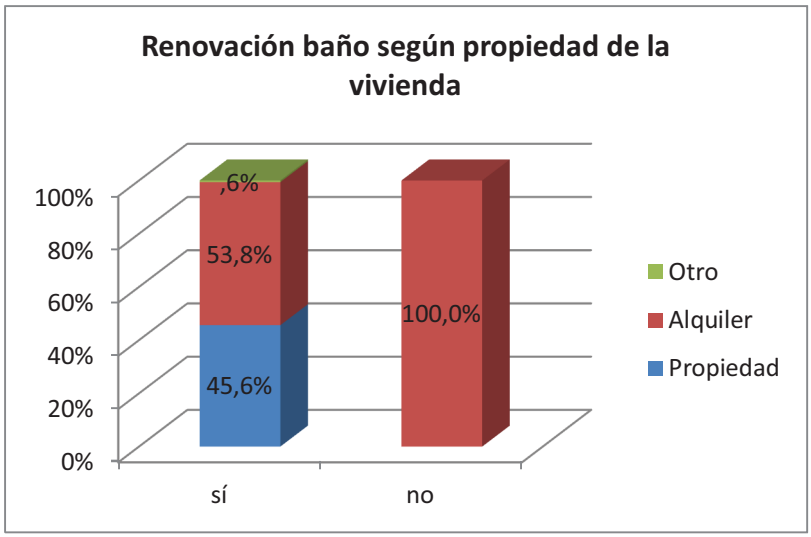
Se quiere conocer también la antigüedad de las instalaciones principales de la vivienda, la del/los cuarto/s de baño y de la cocina.



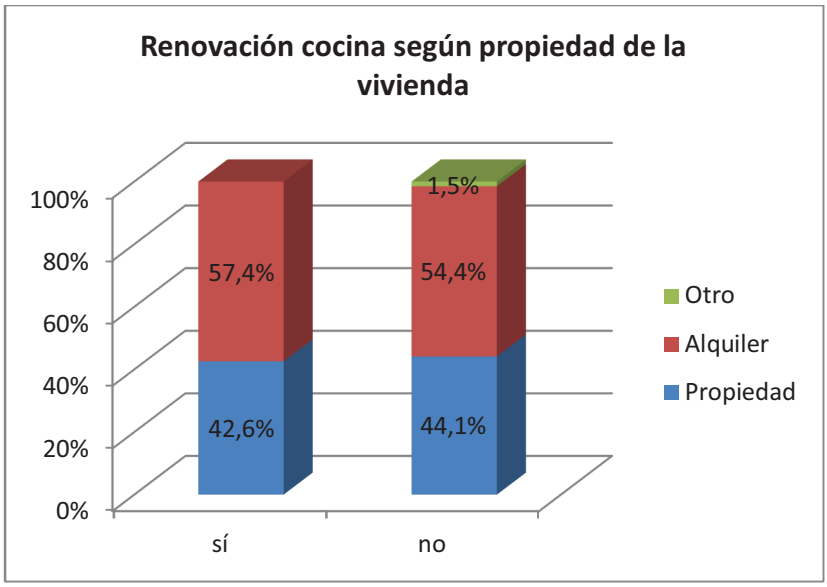
En prácticamente todas las viviendas, 95%, se ha renovado la instalación del/los cuartos/s de baño.

Esta cifra disminuye hasta el 60% cuando se refiere a la instalación de la cocina.

También se ha indagado acerca de las diferencias en la decisión de renovar las instalaciones según el régimen de propiedad de la vivienda.

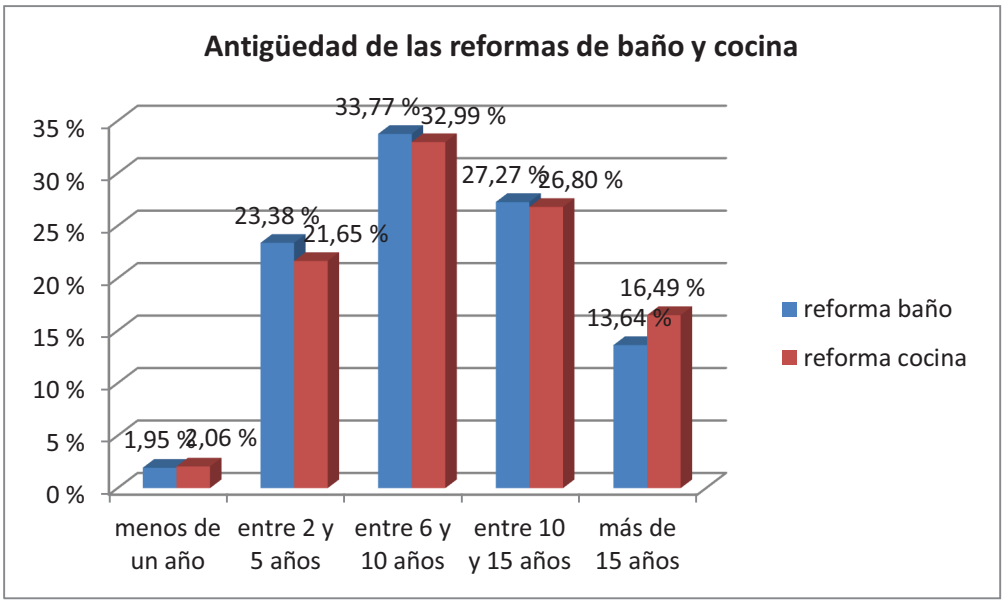


En el caso de la renovación del/los cuarto/s de baño, los datos evidencian que existen claras diferencias. **La totalidad de viviendas que no han acometida dichas reformas son viviendas en alquiler**. De las que sí lo han hecho, más de la mitad también se trataban de viviendas en alquiler.



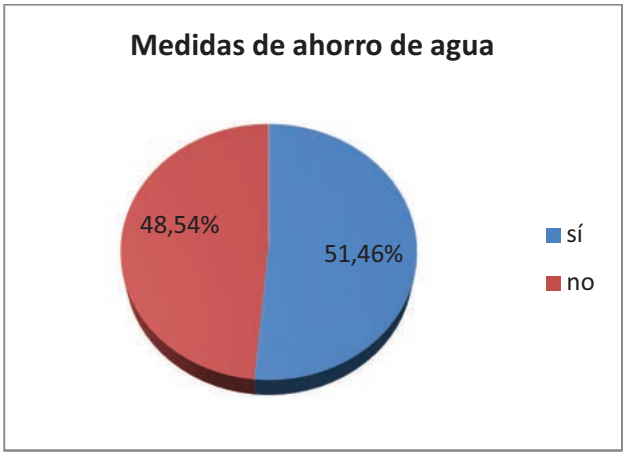
En el caso de la reforma de las instalaciones de la cocina los datos se distribuyen de manera más homogénea, no se hallan diferencias significativas.

Asimismo, estudiando los datos de la antigüedad de dichas reformas, no hay diferencias entre las instalaciones de cuarto/s de baño y cocina. En ambos casos **la mayor proporción está entre los 6 y 10 años de antigüedad**.



- La **renovación de las instalaciones** del baño es muy común, mucho más que la de la cocina.
- De las pocas las viviendas que **no** han renovado el cuarto de baño, todas son viviendas en **alquiler**.
- Las reformas de instalaciones suelen tener entre **6 y 10 años** de antigüedad.

Otra característica investigada para conocer hábitos de uso del agua en la vivienda se refiere a la adopción de medidas de ahorro en el hogar.

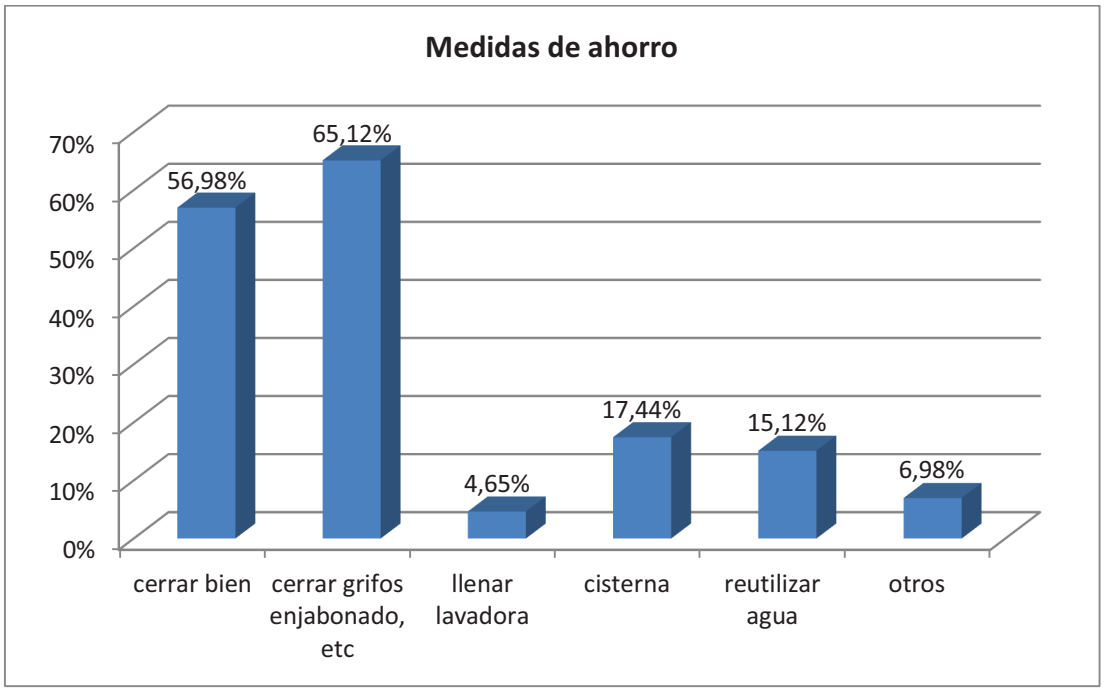


Más de la mitad de los hogares afirma adoptarlas. Para profundizar más en el tipo de medidas llevadas a cabo se incluyó una pregunta abierta con respuestas espontáneas para que se especificaran dichas medidas. Aunque son respuestas espontáneas, sí que se sugerían al menos

dos de ellas: cerrar bien los grifos y cerrar los grifos durante el enjabonado, afeitado o cepillado de dientes. Esto se refleja en una mayor frecuencia de respuesta en estas dos categorías.

No obstante, se incluyen a continuación, al igual que se hizo anteriormente respecto a las problemáticas detectadas en la barriada, una relación de las respuestas obtenidas y de la agrupación posterior que se ha realizado para su análisis cuantitativo.

MEDIDAS DE AHORRO DE AGUA Respuesta espontánea
• **Cerrar bien los grifos**
o Cerrar llave de paso
• **Cerrar durante enjabonado/afeitado/cepillado de dientes**
• **Llenar lavadora antes de usarla**
• **Cisterna**
o Tirar flojo
o Meter un botella en la cisterna
• **Reutilización de agua**
o Usar un cubo mientras sale agua caliente
o Reutilizar agua de limpieza para WC
• **Otros**
o Fregar con el tapón puesto
o No usar cisterna para orinar

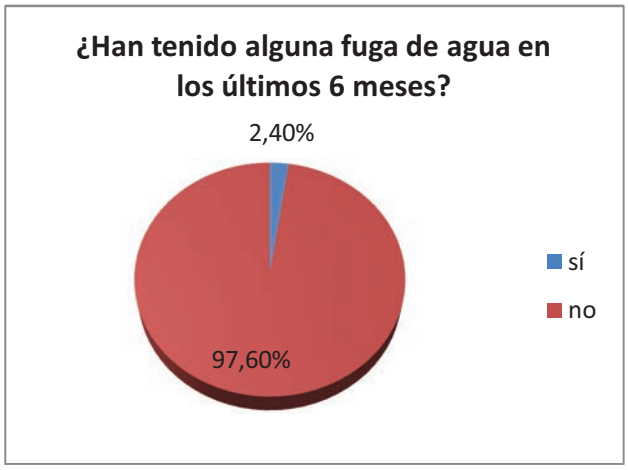


Este gráfico, al igual que se ha hecho con todas las preguntas que admitían varias respuestas, el porcentaje de veces que se ha dado dicha respuesta. Por lo tanto, la suma de todas ellas es

superior al 100%, pues no se trata de analizar una respuesta por cuestionario, sino todas aquellas que se han recogido.

Además de las dos categorías anteriormente señaladas, relativas al cierre de grifos, destacan las relativas **al uso moderado del agua de la cisterna del cuarto de baño,** registrada en un **17,5%** de los casos. También es reseñable que en el **15%** afirmaran **reutilizar agua**. Generalmente esta reutilización se refiere expresamente al rellenado de cubos de agua de la ducha mientras sale caliente. Estos cubos se suelen utilizar después para evitar las descargas de la cisterna.

- Más de la mitad de los hogares afirman usar **medidas de ahorro** de agua en sus domicilios.
- Las medidas de ahorro más comunes son la de **cerrar los grifos, cerrarlos durante el enjabonado, afeitado, etc**.
- Destacan las medidas de **reutilización** de agua.

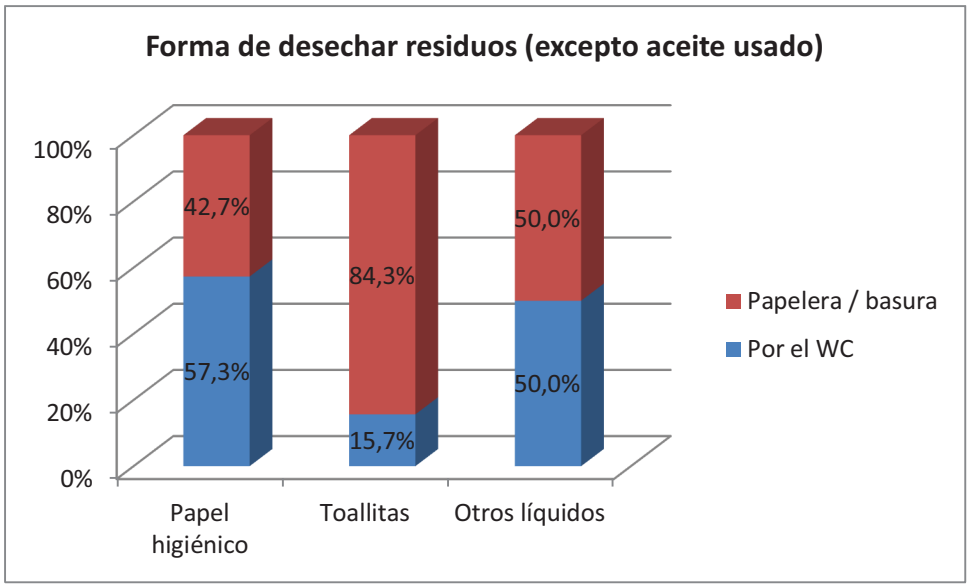


Al igual que sucede con los cortes de agua, resultan **extremadamente infrecuentes** (en torno al 2% de las viviendas) **las fugas de agua** durante los seis meses anteriores a la realización del estudio.

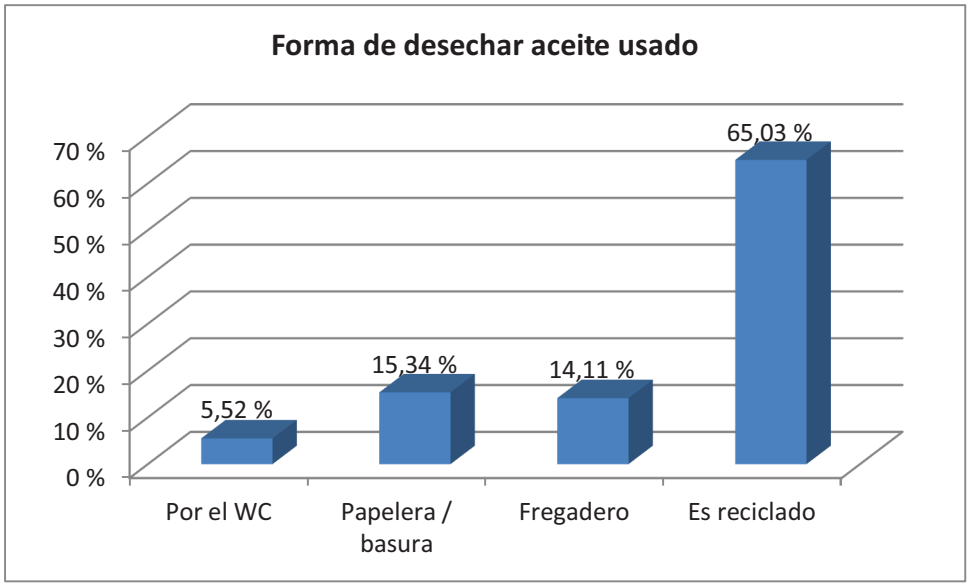
Otro aspecto interesante resulta de conocer los hábitos en las viviendas a la hora de desechar los residuos domésticos.

Concretamente, se indagó acerca de la manera de deshacerse del papel higiénico, las toallitas sanitarias, el aceite usado y otros líquidos.

Para realizar el análisis se ha separado el aceite de las demás, debido a los distintos métodos utilizados.



El **papel higiénico**, en un **57%** de los casos, se desecha a través del propio **inodoro**. Asimismo, hasta un 16% de los hogares utilizan ese método para deshacerse de las toallitas higiénicas.



Resulta especialmente relevante el análisis del método de desechar el aceite usado. Un **65% de la población asegura reciclarlo**, ya sea usando contenedores específicos para ello, fabricando jabón casero o, en la mayor parte de los casos, dándoselo a una persona que se encarga de ir por los domicilios recogiéndolo.

Otro **15%** afirma tirarlo al cubo de la **basura**.

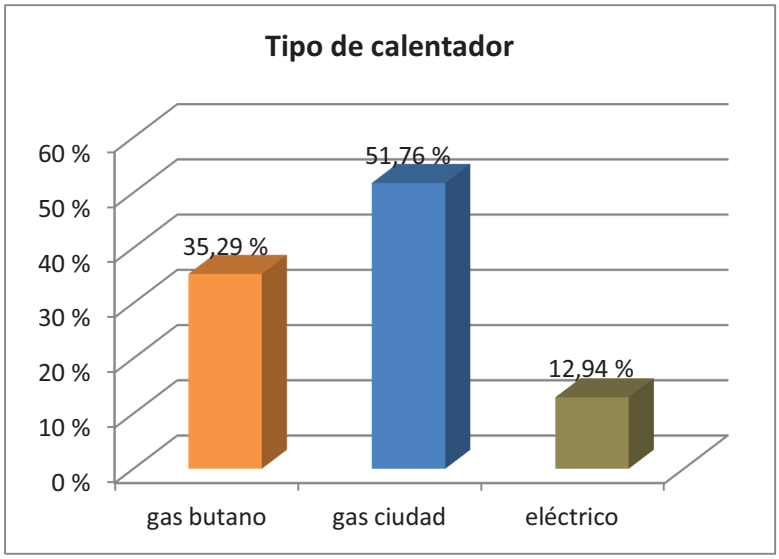
No obstante, un **14% lo tira por el fregadero** y un **5,5%** lo hace por el **inodoro**.

- Las fugas de agua son **muy infrecuentes**.
- El papel higiénico se suele desechar a través del propio inodoro, mientras que las toallitas son depositadas en la papelera.
- El aceite es mayoritariamente **reciclado** en el barrio.

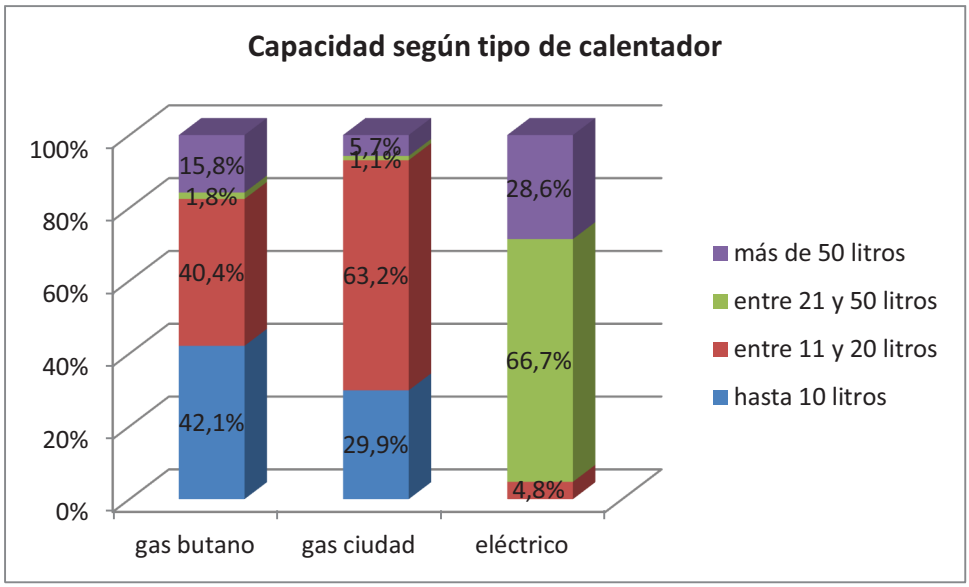
CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES

En este apartado del cuestionario se recogieron las mediciones del caudal observado en el grifo de la cocina, que ya han sido reflejadas en el apartado de Características Del Consumo, comparando las medidas de presión estimadas y observadas.

En este apartado también se han revisado los tipos de calentador de agua existentes y las capacidades de los mismos.



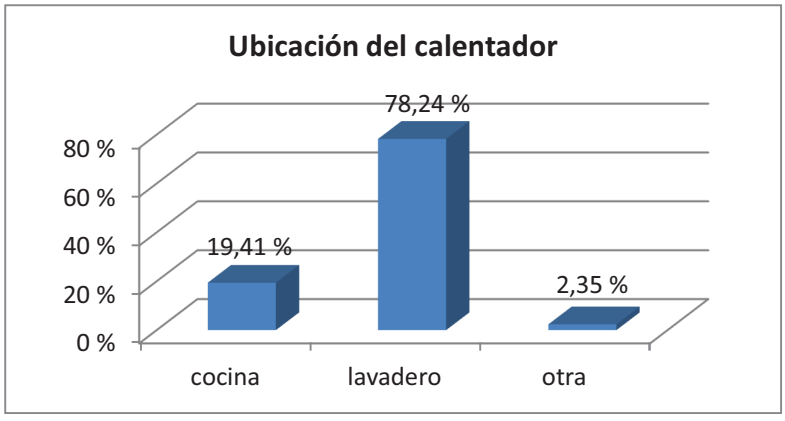
Hasta un **87%** de los domicilios tienen **calentadores de gas**, siendo el **35% de butano** y el **52% de gas ciudad**. El restante **13%** cuenta con **calentadores de agua eléctricos**.



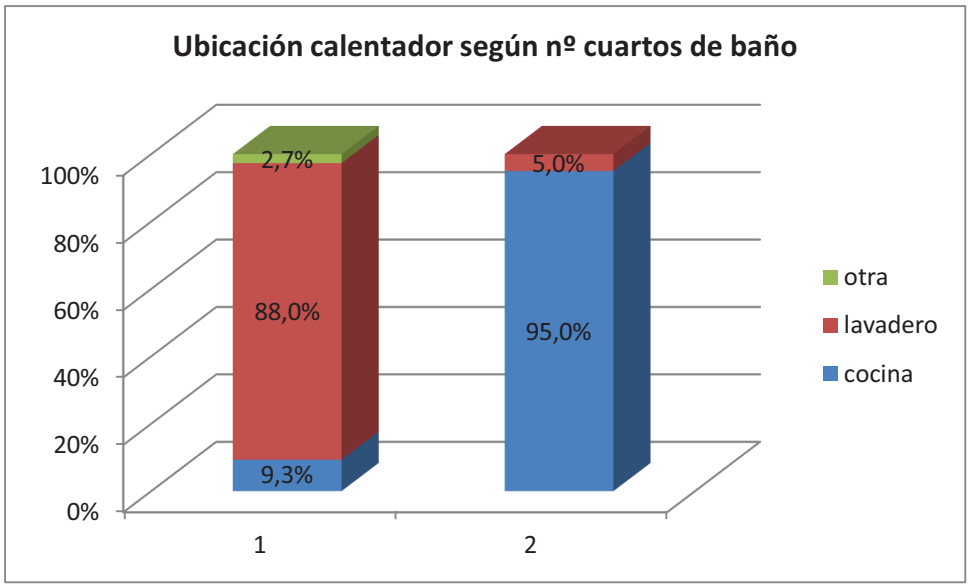
Como era de esperar, existen diferencias relevantes en cuanto a la capacidad de los calentadores según su naturaleza. Los calentadores eléctricos cuentan con una mayor capacidad, mientras que los de gas, ya sea de butano o de gas ciudad, por su propio funcionamiento, cuentan con capacidades más pequeñas.

De hecho, mientras que los calentadores eléctricos el dato se refiere al volumen de almacenamiento medido en litros, en los de gas identifican la velocidad de caudal en litros por segundo que es capaz de calentar el aparato.

En cualquier caso, entre ambos tipos de calentadores alimentados por gas también se pueden observar ciertas diferencias. **Los calentadores de gas butano cuentan, generalmente, con menor potencia para calentar agua que los alimentados por gas ciudad**.

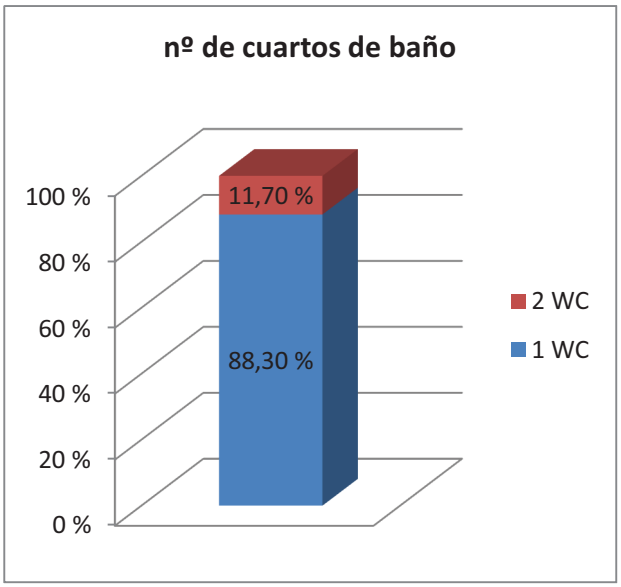


En cuanto a la ubicación del calentador de agua, la gran mayoría, un **78%, se encuentra en el lavadero**, mientras un **19% se halla en la cocina**.

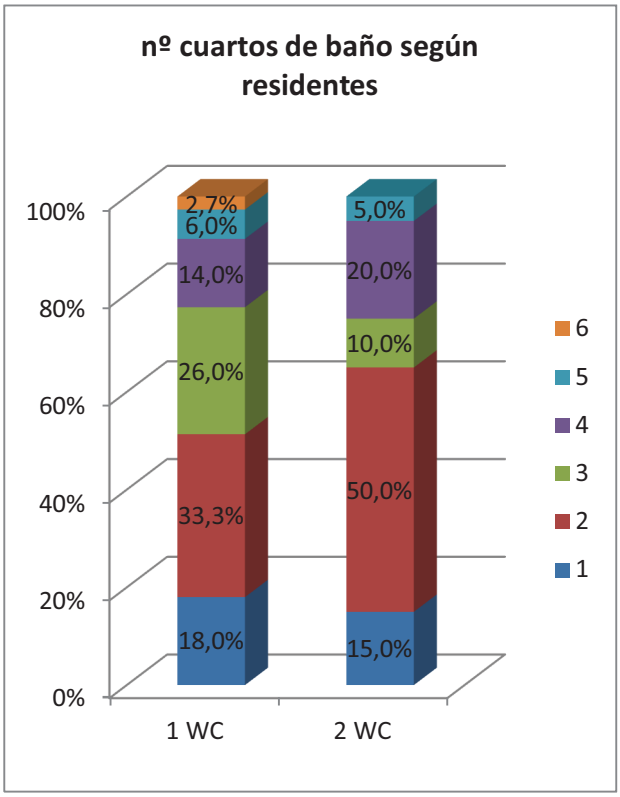


Aquellas viviendas que cuentan con dos cuartos de baño habitualmente carecen de lavadero, como puede comprobarse al observar los datos de ubicación del calentador.

- Los calentadores de agua mayoritarios son los alimentados con gas, siendo predominante la presencia de los alimentados con **gas ciudad**.
- La ubicación del calentador suele ser en el **lavadero**, siempre que no existan dos cuartos baño, en cuyo caso se ubica en la **cocina**.



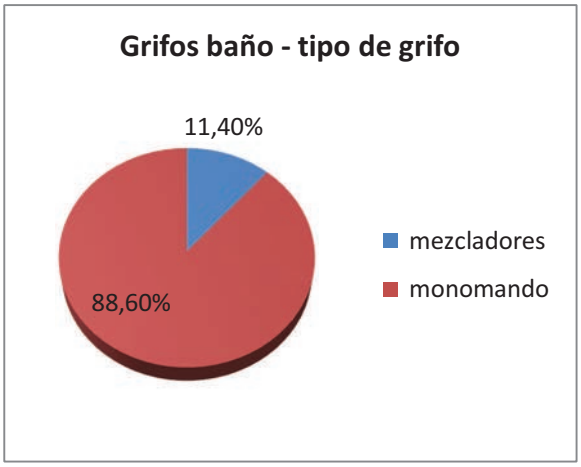
Hasta un **88%** de los domicilios tiene **un solo cuarto de baño**, el **12%** restante cuenta con **dos**.

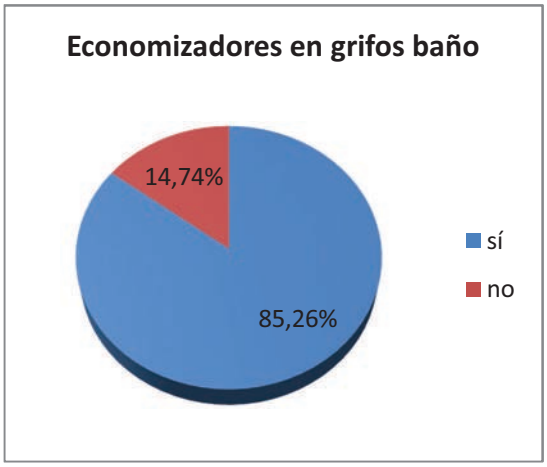


Destaca el hecho de que **el número de cuartos de baño en el domicilio no está relacionado con la cantidad de personas que residen en él**, dándose el caso de que los pocos domicilios en los que habitan hasta seis personas, cuentan con un solo cuarto de baño.

En este apartado del cuestionario se realizó una revisión de las instalaciones de los cuartos de baño y la cocina, revisando elementos como la grifería y la existencia o ausencia de elementos ahorradores.

GRIFOS BAÑO

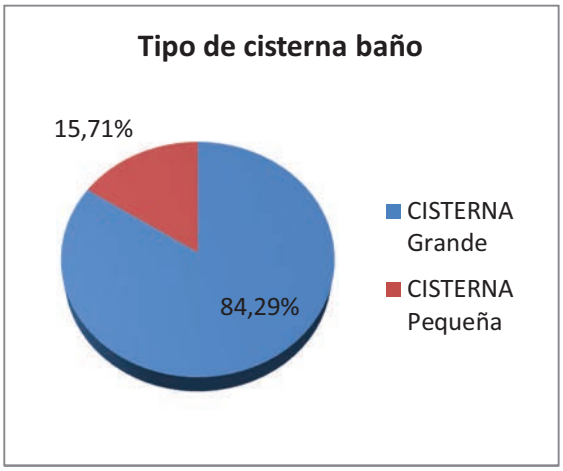


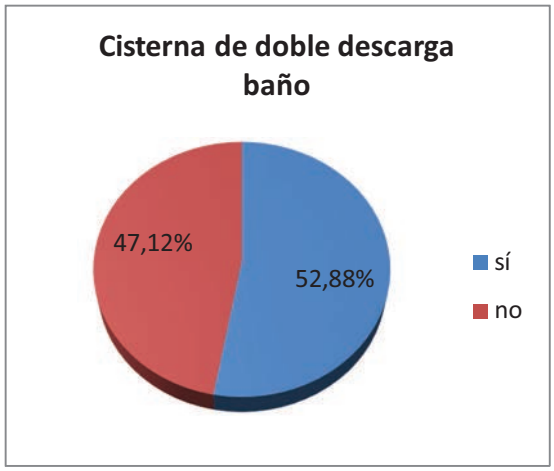


Es minoritaria la presencia de **grifos mezcladores, un 11%**, mientras que los **monomandos** se encuentran en el **89%** de los cuartos de baño.

En cuanto a **economizadores**, el **85%** de los cuartos de baño contaba con este tipo de elementos ahorradores.

CISTERNA

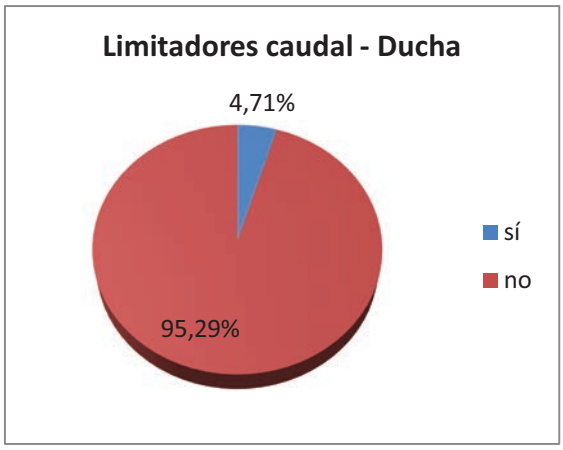


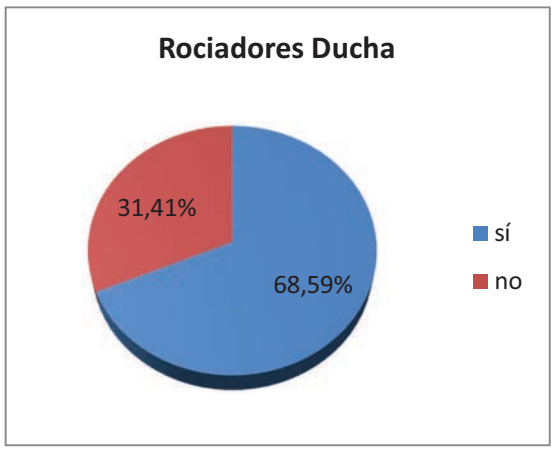


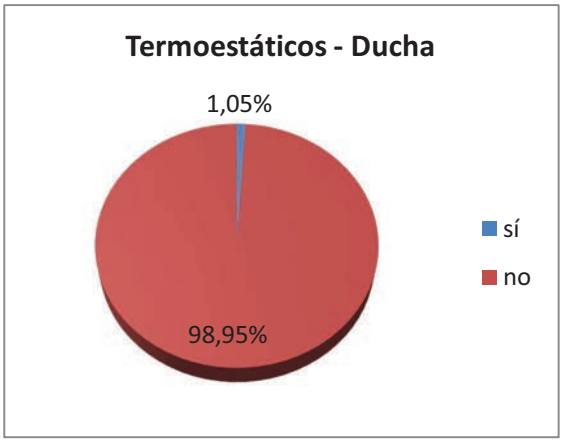
El **84%** de los cuartos de baño cuenta con **cisternas grandes** (de 12 a 18 litros de capacidad). Sólo el 16% cuenta con cisternas pequeñas.

Los sistemas de **doble descarga** en las cisternas están presentes en el **53%** de los casos.

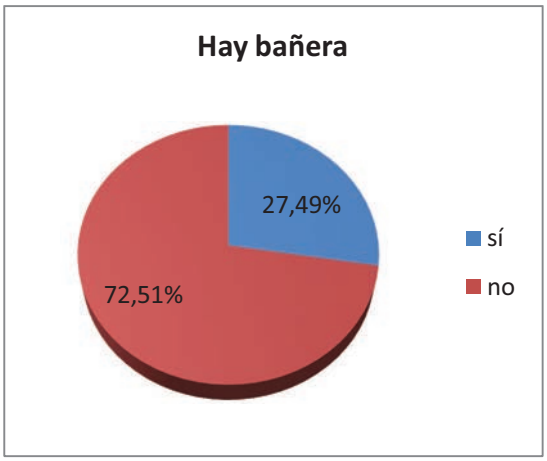
DUCHA

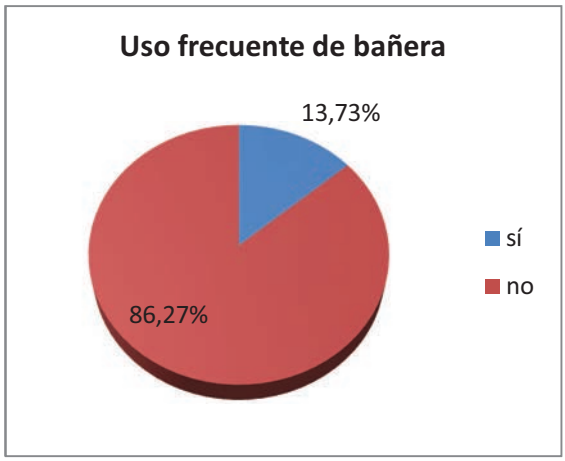






En cuanto a los elementos de la ducha, mientras los **rociadores** están presentes en el **69%** de los casos, tanto los **limitadores de caudal** como los **termoestáticos** son muy raros, con valores, respectivamente, del 5% y el 1%.

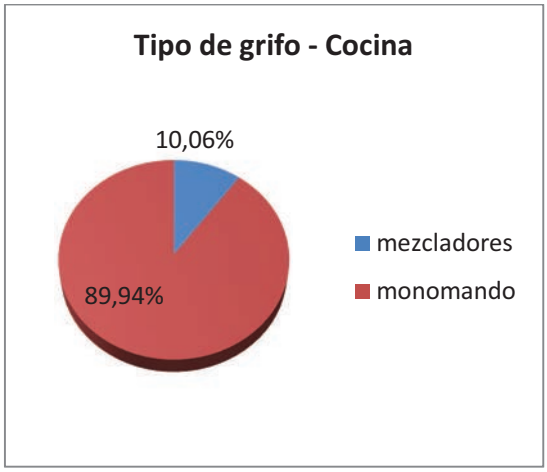


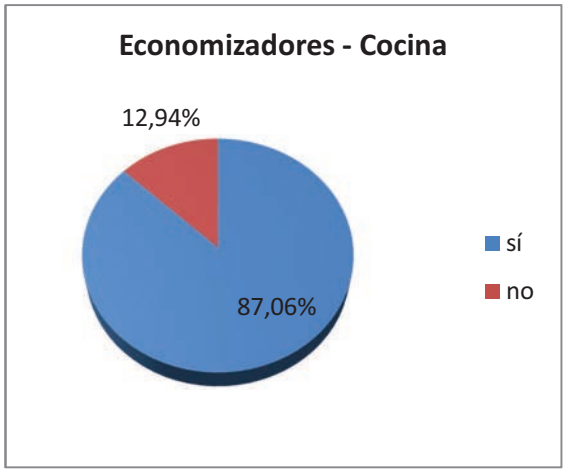


El **27,5%** de los domicilios cuenta con **bañera** en al menos uno de los cuartos de baño.

De estos domicilios, tan sólo un **14%** afirmaba **usarla de manera habitual**.

COCINA





La presencia de **mezcladores** en los grifos de la cocina es áun más infrecuente que la hallada en los cuartos de baño. Tan sólo se encuentra en un **10%** de los domicilios, siendo mayoritario el uso de **monomandos**.

Del mismo modo, los **economizadores** también se encuentran con mayor frecuencia (**87%**) que en los cuartos de baño.

- Casi todos los domicilios cuentan con **un solo cuarto de baño**, independientemente de la **cantidad de personas** que habiten en él**.**
- Los grifos del WC suelen ser **monomandos** con **economizadores.**
- Las **cisternas** del inodoro son de tipo **grande**, algo más de la mitad cuentan con sistema de **doble descarga**.
- En la ducha suele haber **rociadores**, pero no hay apenas **limitadores de caudal** o **termoestáticos**.
- Hay poca presencia de **bañeras**, y donde las hay, **no se suelen usar** habitualmente.
- Al igual que lo que sucede en los cuartos de baño, en los grifos de la cocina suelen ser **monomandos** con **economizadores**.

Análisis de correlaciones

Con la finalidad de conocer mejor las interrelaciones entre variables, se ha efectuado un análisis de correlación entre las variables consideradas como más influyentes. Se entiende correlación como la medida en la que dos variables se influyen mutuamente.

Para ello se ha procedido a aplicar un análisis de correlación lineal bivariada aplicando el coeficiente de correlación de Spearman entre variables de tipo ordinal. Esta medida indica la influencia mutua entre variables.

Correlaciones

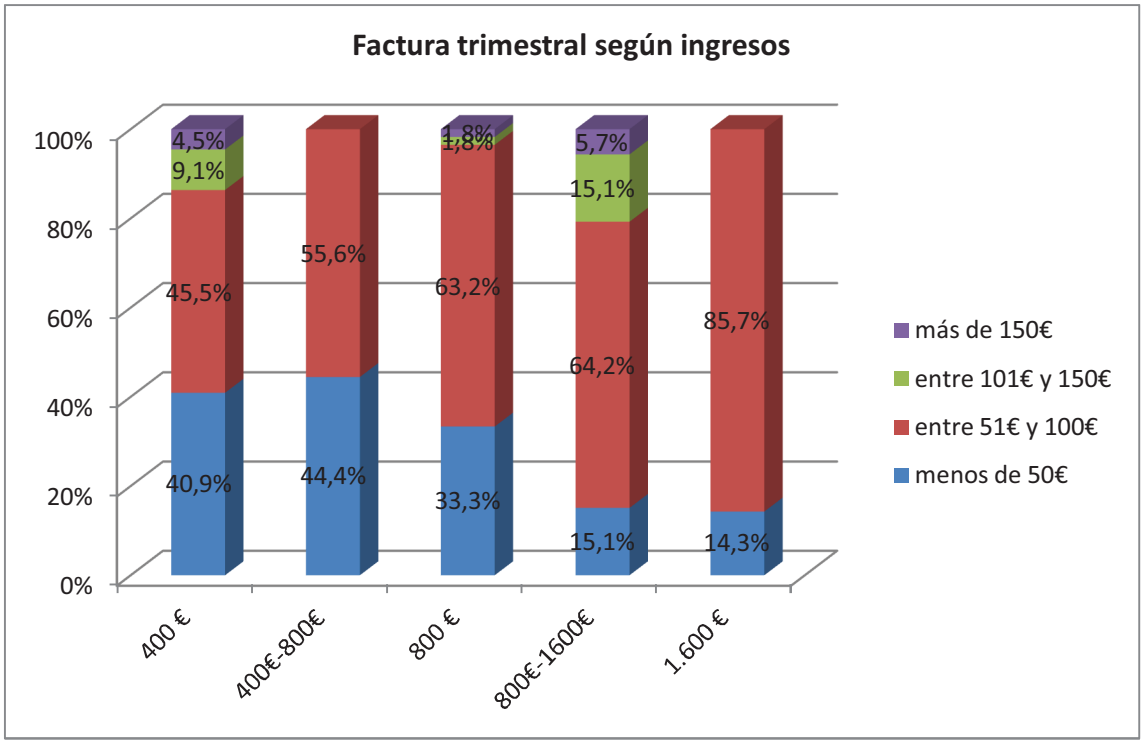
			ingresos intervalos	estimación factura por intervalos	número de personas habituales en la vivienda
Rho de Spearman	ingresos intervalos	Coeficiente de correlación	1,000	,229**	,329**
		Sig. (bilateral)		,004	,000
		N	170	158	170
	estimación factura por intervalos	Coeficiente de correlación	,229**	1,000	,561**
		Sig. (bilateral)	,004		,000
		N	158	158	158
	número de personas habituales en la vivienda	Coeficiente de correlación	,329**	,561**	1,000
		Sig. (bilateral)	,000	,000	
		N	170	158	170

**. La correlación es significativa al nivel 0,01 (bilateral).

Se puede observar una correlación significativa entre las tres variables estudiadas. Es decir, se puede afirmar que **existe una correlación lineal entre los ingresos y la factura, así como entre los ingresos y el número de personas que residen en una vivienda**. En ambos casos se trata de una **relación débil y positiva**. Esto quiere decir que cuando aumenta alguna de estas variables, las otras dos suelen aumentar también.

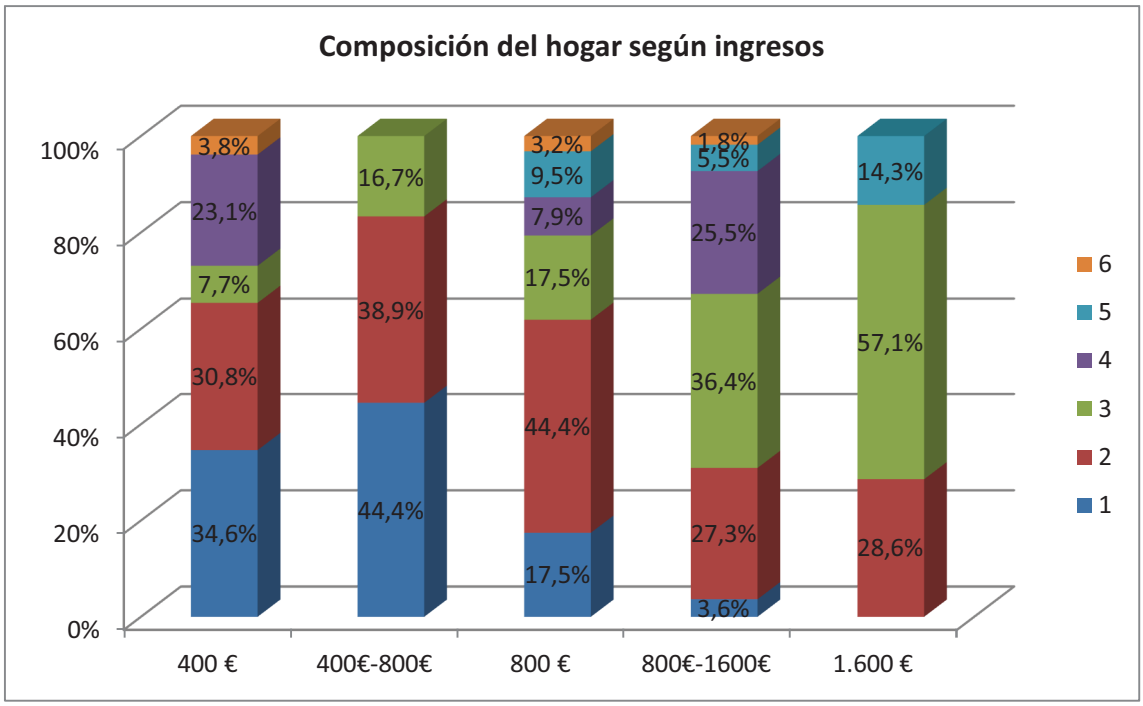
Del mismo modo, existe una **correlación lineal entre la factura y el número de personas que residen en una vivienda**. En este caso se trata de una **correlación algo más acusada**, también de signo **positivo**.

En resumen, estas tres variables se comportan de manera que aumentan conjuntamente. Esto no determina una relación de causalidad entre ellas, pero sí indica que varían conjuntamente, en todos los casos de manera positiva: a medida que aumenta una, suelen aumentar las demás.



En esta gráfica se observa una tendencia en la que a medida que crecen los ingresos es menor la proporción de hogares con facturas de menos de 51€.

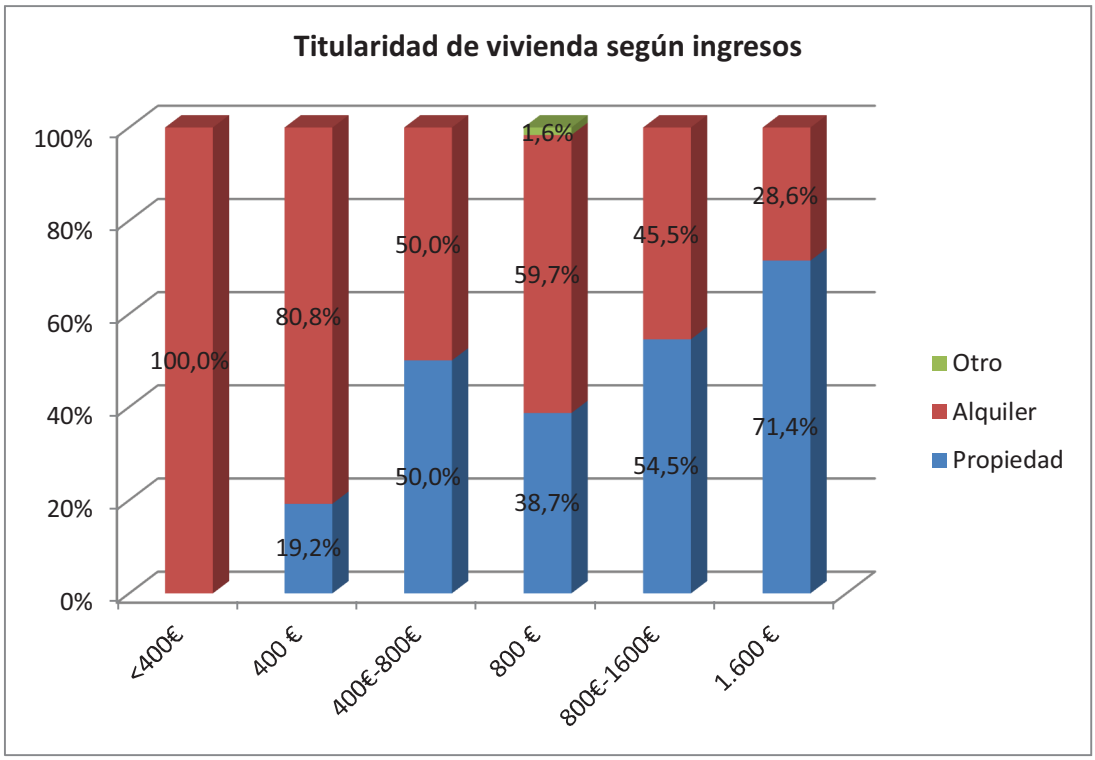
Se ha eliminado de este análisis el rango de ingresos inferior a 400€ por representar a un solo caso.



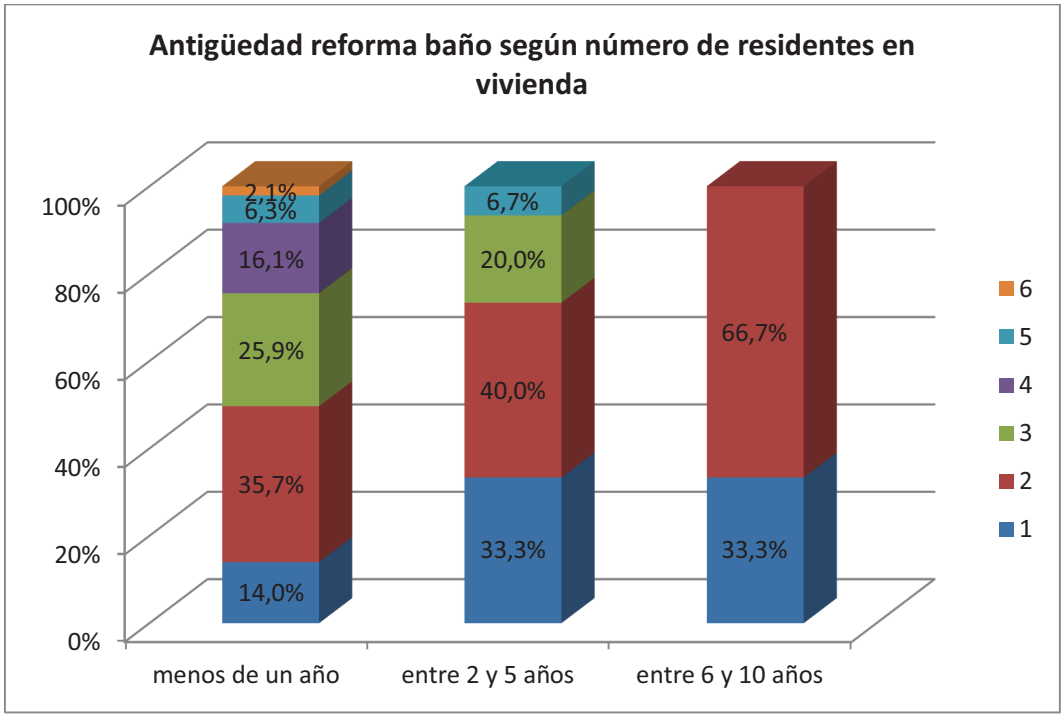
Del mismo modo, se observa un crecimiento del número de componentes de la vivienda a medida que hay mayor cantidad de ingresos, especialmente a partir del rango de ingresos que comienza en 800€.

De nuevo, hay que recordar que estos datos no indican causalidad, sino una observación detallada de cómo co-varían ambas variables. En este caso, por ejemplo, esta relación no indica que un mayor nivel de ingresos implica un mayor número de personas en el hogar. Bien pudiera suceder al contrario, que al haber más personas en el hogar, se producen más ingresos en el mismo.

Al igual que ocurría en el anterior análisis, se puede desechar el dato relativo a los ingresos menores a 400€ mensuales, dado que en términos absolutos, sólo representa un caso dentro del estudio y, por tanto, se trata de un dato marginal.



Analizando otras variables que han mostrado estar relacionadas, se puede observar que, a medida que el nivel de ingresos de un hogar aumenta, éste tiende a ser de propiedad, mientras que los niveles de ingresos más bajos están compuestos de hogares en alquiler.



Otro cruce de variables que se ha demostrado significativo ha sido el de la antigüedad de la reforma del cuarto de baño, aunque no de la cocina, según el número de residentes habituales en la vivienda.

Suele ser más probable que en viviendas con mayor cantidad de población, las reformas hayan sido más recientes.

Otros cruces de variables estudiados no se han incluido por no haber superado el nivel de significación estadística necesario.

Entre estos se encuentran los cruces entre nivel de ingresos y años de reforma de cocina y cuarto de baño.

La variable de **medidas de ahorro** no ha mostrado ninguna correlación estadísticamente significativa con el resto de variables contempladas.

Conclusiones

Características sociodemográficas

- La población del barrio objeto de estudio presenta rasgos de **envejecimiento** y **feminización** mayores que los datos para el conjunto de la población andaluza.
- El nivel de estudios terminados es también menor que la media andaluza. La gran mayoría sólo ha alcanzado el nivel de **educación básica**.

Características del hogar

- Cerca de la mitad de la población que reside en el barrio lo hace en **régimen de alquiler**.
- Los ingresos mensuales de las viviendas suelen oscilar entre los **800€ y 1600€ mensuales**, aunque destaca que los ingresos de una buena parte de las viviendas está en torno a los **400€.**
- Más de una cuarta parte de los hogares cuenta con ingresos de menos de 800€ mensuales.
- Existen diferencias entre la población residente habitual en las viviendas y la denominada ***población flotante***, es decir, aquella que, sin residir ni estar empadronada en la vivienda, suele pasar largos periodos en ella. Esta población está compuesta por familiares, amistades o personas cuidadoras. El cálculo del consumo de los hogares puede verse condicionado por la presencia habitual de esta población flotante.
- La **población flotante** media en los hogares es de **dos personas**.

Valoración barriada

- Los principales problemas de la barriada detectados por la población son el **abandono del barrio**, la **suciedad** y la sensación de **inseguridad**.
- En cuanto al alcantarillado, los problemas se concentran en la percepción de **malos olores**.

Características del consumo

- Hay diferencias entre la **presión percibida** en las viviendas por parte de sus habitantes y el **caudal observado** en dichas viviendas**.** A caudales similares existen diferentes percepciones de presión del grifo en las viviendas.
- El caudal depende, fundamentalmente, de la **altura** del piso donde se realice la medida
- En general, la presión de agua de la barriada se percibe como **alta,** datos que se confirman al compararlos con las medidas de **caudal observado**.
- La **factura media** de agua está entorno a los **70€.**
- En la mayor parte de los hogares **habitan 2 o 3 personas** de manera habitual.

Características del consumo (continuación)

- Los cortes de agua son **muy infrecuentes**.
- En general, la **calidad** del agua es percibida como **muy buena,** aunque se encuentran diferencias en algunos bloques de viviendas, donde sería recomendable realizar medidas adicionales.
- El agua caliente de los calentadores de gas **no ocasiona problemas de presión**.
- El agua caliente de los calentadores eléctricos suele **ser suficiente** para los usos diarios.
- Hay hogares con lavavajillas en que **prefieren no utilizarlo**.
- Es común el uso de **programas ahorradores**, tanto en lavadora como en lavavajillas.
- El uso de agua caliente en la cocina está condicionado en buena medida por la **época del año**.
- La **renovación de las instalaciones** del baño es muy común, mucho más que la de la cocina.
- Las reformas de instalaciones suelen tener entre **6 y 10 años** de antigüedad.
- Más de la mitad de los hogares afirman usar **medidas de ahorro** de agua en sus domicilios.
- Las medidas de ahorro más comunes son la de **cerrar los grifos, cerrarlos durante el enjabonado, afeitado, etc**.
- Destacan las medidas de **reutilización** de agua.
- Las fugas de agua son **muy infrecuentes**.
- El papel higiénico se suele desechar a través del propio inodoro, mientras que las toallitas son depositadas en la papelera.
- El aceite es mayoritariamente **reciclado** en el barrio.

Características de las instalaciones

- Los calentadores de agua mayoritarios son los alimentados con gas, siendo predominante la presencia de los alimentados con **gas ciudad**.
- La ubicación del calentador suele ser en el **lavadero**, siempre que no existan dos cuartos baño, en cuyo caso se ubica en la **cocina**.
- Casi todos los domicilios cuentan con **un solo cuarto de baño**, independientemente de la **cantidad de personas** que habiten en él**.**
- Los grifos del baño suelen ser **monomandos** con **economizadores.**
- Las **cisternas** del inodoro son de tipo **grande**, algo más de la mitad cuentan con sistema de **doble descarga**.
- En la ducha suele haber **rociadores**, pero no hay apenas **limitadores de caudal** o **termoestáticos**.
- Hay poca presencia de **bañeras**, y donde las hay, **no se suelen usar** habitualmente.
- Al igual que lo que sucede en los cuartos de baño, en los grifos de la cocina suelen ser **monomandos** con **economizadores**.
- Existe una **correlación lineal positiva** entre tres variables: **ingresos del hogar, factura de agua y cantidad de personas en la vivienda.** Esto significa que, a medida que aumenta una de las variables, las otras dos también tienden a aumentar.

AQUA-RIBA

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

CASO DE ESTUDIO: BARRIADA DE "LAS HUERTAS". SEVILLA.

ANEXO 6.4.

DIMENSIÓN DE PARTICIPACIÓN SOCIAL ACTIVA.
INFORME DE LAS FASES I Y II

Ecotono S.Coop. And
Colectivo de educación para la participación (CRAC)

Sevilla, Julio 2014

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Caso de estudio: Barrio de Las Huertas

Dimensión Social. Informe de Resultados Fases I y II

Proyecto AQUA-RIBA

Equipo Social: Ana Jiménez y Oscar Acedo (Ecotono S. Coop. And.),

Antonio Moreno (CRAC); Santiago Barber (Tramallol)

Equipo Técnico: Equipo AquaRiba

Julio 2014

Índice

1. **Breve descripción del proyecto AQUA-RIBA y la dimensión social……4**
2. **Propuesta planteada y fases ejecutadas……..5**
3. **Acciones desarrolladas…….6**
4. **Resultados obtenidos…….…….14**
5. **Resumen de conclusiones……33**
6. **APÉNDICES……..34**

PROYECTO AQUA-RIBA:

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

Dimensión Social.
Incorporación del vecindario en la toma de decisiones respecto a las medidas a adoptar.

---

1. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto AQUA-RIBA surge de la necesidad de incorporar, de una manera concreta y contextualizada, la Nueva Cultura del Agua en las políticas públicas de intervención sobre el patrimonio urbano de las ciudades andaluzas.

El **objetivo principal** de esta investigación es **definir una metodología de planificación y diseño arquitectónico y urbano para la integración de la gestión sostenible del ciclo del agua** en los espacios habitados en Andalucía.

Este objetivo general se desarrolla a través de **cuatro objetivos operativos**:

1. Profundizar en la especificidad de las relaciones Ciudad-Agua-Territorio en el contexto mediterráneo y especialmente en Andalucía.
2. Identificar y caracterizar aquellas problemáticas y aspectos más destacables de la gestión de ciclo del agua a los que se enfrentan los Programas de Rehabilitación y Renovación Urbana de la Consejería de Fomento y Vivienda.
3. Seleccionar las tecnologías más apropiadas para la materialización de estas estrategias en Andalucía.
4. Identificar y valorar los factores de carácter socio-económico e institucional que condicionan la formulación y aplicación de estas alternativas, estrategias y tecnologías.

El proceso al que se refiere el presente documento busca la incorporación del vecindario en el proyecto, con la finalidad de que influya en la toma de decisiones. Desde el equipo asociado al proyecto AQUA-RIBA se considera fundamental esta premisa para la consecución total de los objetivos específicos previstos.

El objetivo principal de la dimensión social del proyecto AQUA-RIBA es:

- Desarrollar estrategias para la incorporación del vecindario en la priorización de medidas a implementar respecto a temas relacionados con la gestión del ciclo urbano del agua.

Para ello se han propuesto la consecución de los siguientes objetivos parciales.

- Facilitar que el vecindario participe del diagnóstico de su barriada: plantear las problemáticas, preocupaciones y aspectos a mejorar que considera más importantes.
- Facilitar que el vecindario conozca alternativas para mejorar la gestión del agua en su barrio y mejorar la eficiencia del uso del agua en su vivienda.

- Facilitar que el vecindario obtenga un estudio detallado de las alternativas posibles para su barrio, y poder plantear sus prioridades.
- Potenciar la adquisición de criterios para la valoración y priorización de las alternativas tecnológicas existentes, por parte del vecindario.
- Facilitar que el vecindario priorice dichas alternativas tecnológicas.

2. PROPUESTA PLANTEADA Y FASES EJECUTADAS.

El siguiente esquema ofrece un resumen de las acciones planteadas:

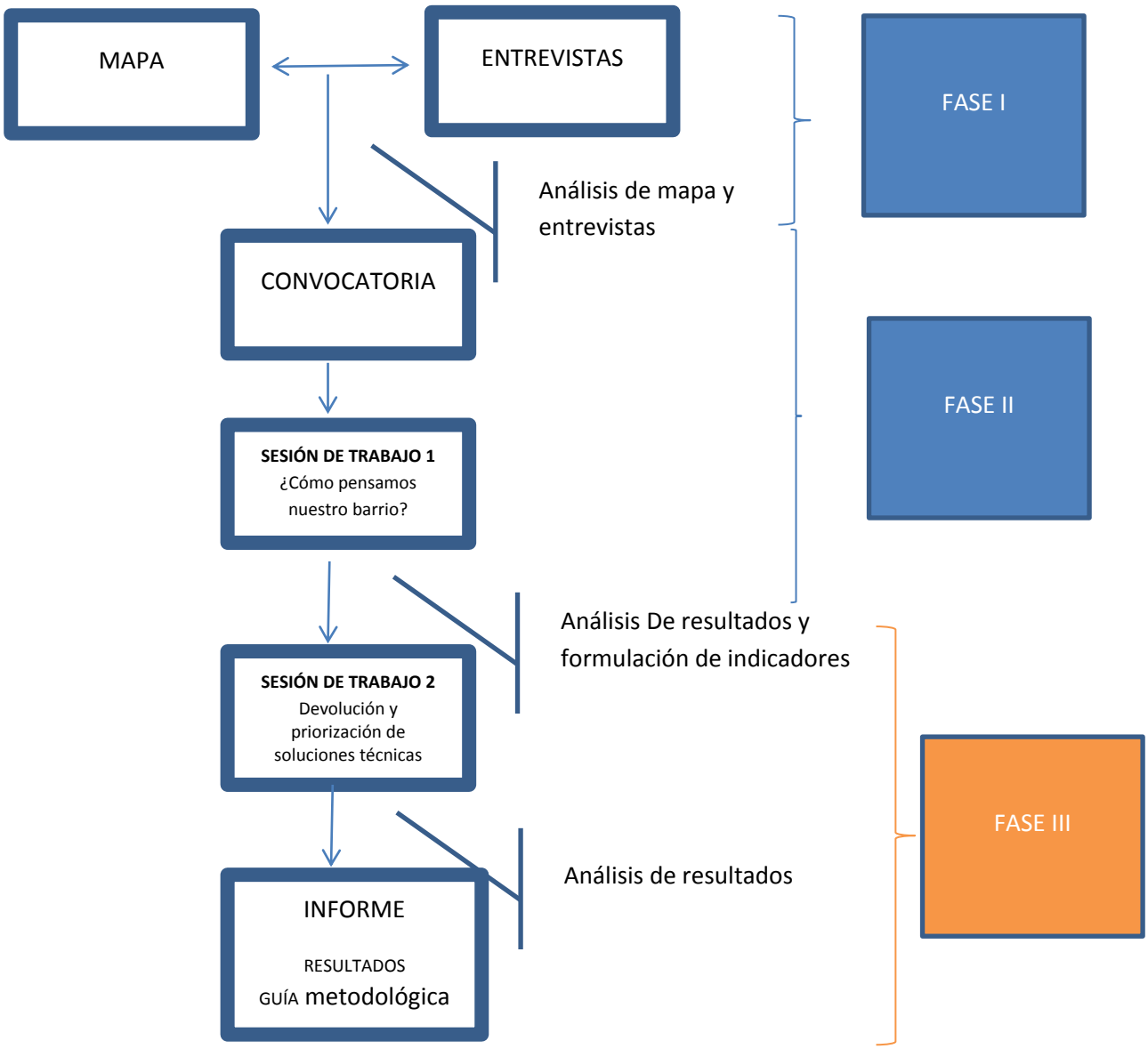


Figura1. Resumen del proceso de intervención para la incorporación de la dimensión social en el proyecto AQUA-RIBA.

En este informe se describen las acciones desarrolladas y resultados obtenidos en las fases I y II.

Conviene aclarar que en paralelo a este proceso se ha estado realizando una encuesta a una muestra significativa de la población (200) para recabar y triangular la información necesaria para el diseño de la propuesta técnica. También aclarar que falta contrastar la información con otros informes oficiales debido a que aún no se ha tenido acceso a ellos.

En todas las acciones desarrolladas el equipo ha estado compuesto por personas de perfil técnico y de perfil social.

3. ACCIONES DESARROLLADAS

Para la ejecución de cada una de las fases se han realizado diferentes acciones:

FASE I:

- Mapa social.
- Entrevista grupal.
- Entrevista a agentes clave.
- Deriva vecinal.
- Testeo encuesta.

FASE II:

- Convocatoria vecinal.
    - Por bloques.
    - En la barriada.
    - Mensajes en la botella.
- Merienda-debate

3.1 ACCIONES DESARROLLADAS EN LA FASE 1.

El objetivo fundamental de esta fase ha sido la caracterización de la realidad social de la barriada de “Las Huertas”, así como la detección de los principales temas relevantes –conflictivos o aprovechables- relacionados con el ciclo urbano del agua, percibidos por el vecindario.

Para ello se han realizado paralelamente diferentes modelos de acción que se han retroalimentado entre sí.

La información se ha obtenido mediante visitas de campo, entrevista grupal, entrevistas individuales, una deriva vecinal y una merienda-debate.

Respecto a la gestión de la información se ha desarrollado un análisis de unidades de información significativas, y se han organizado en matrices. En algunos aspectos-historia de la barriada, luchas vecinales, etc- se han usado las descripciones dadas por las personas entrevistadas.

En este apartado nos limitaremos a la descripción de las acciones desarrolladas, para ofrecer los resultados en el apartado siguiente.

ELABORACIÓN DEL MAPA SOCIAL.

El objetivo del mapa social es detectar los agentes o grupos sociales que constituyen la población en la barriada, y aproximarnos a un diagnóstico sobre las relaciones que establecen. Nos ofrece una aproximación a la organización social del barrio, y los canales y formas de participación vecinal existente.

Para la elaboración del mapa social se partió de una "visita de campo" en la que se detectaron agentes claves. El mapa social se ha nutrido de los resultados obtenidos en el resto de las acciones- entrevistas individuales y grupales, deriva vecinal, merienda debate, visitas de campo.

ENTREVISTA GRUPAL

Se realizó una entrevista grupal a la junta directiva de la Asociación de Vecinos Félix Rodríguez de la Fuente. El objetivo fue principalmente presentar el proyecto, y comenzar a obtener información sobre la percepción que tenían sobre diferentes temas relacionados con la realidad social del barrio, y temas relacionados con el ciclo urbano del agua. En el "Apéndice 2. Síntesis de entrevista grupal", se recogen las principales aportaciones ofrecidas por el grupo.

ENTREVISTAS A AGENTES CLAVES

Se han realizado diferentes entrevistas de manera individual. Las personas entrevistadas han sido integrantes de la AAVV, otros agentes sociales de interés- director del CEIP, Presidenta del AMPA-, y otros vecinos de Las Huertas. Esto nos ha permitido pormenorizar información, y contrastar opiniones. En el "Apéndice 3. Síntesis de entrevistas individuales", se recogen las principales aportaciones ofrecidas cada una de las personas entrevistadas.

DERIVA VECINAL

Se realizó una deriva por la barriada en la que las vecinas y vecinos nos iban mostrando y narrando diferentes aspectos relacionados con la gestión del ciclo urbano del agua. También se obtuvo más información sobre otros temas relacionados con las características socioeconómicas de la barriada. En el "Apéndice 4. Síntesis de deriva", se recogen las principales aportaciones recogidas durante la deriva, así como un plano en el que se visualizan los elementos más significativos relacionados con la gestión del ciclo urbano del agua, comentado por las vecinas y vecinos.

TESTEO ENCUESTA

Como ya se comenta anteriormente, paralelamente a este proceso se ha realizado una encuesta en 200 viviendas de la barriada. Antes de proceder a la realización se procedió a su testeo para evaluar dificultad y duración.

3.2 ACCIONES DESARROLLADAS EN LA FASE II.

Esta fase ha contemplado tanto la campaña de comunicación y convocatoria vecinal, como la realización de una merienda-debate con la asistencia de diferentes vecinas y vecinos.

CAMPAÑA DE COMUNICACIÓN

La campaña de comunicación perseguía los siguientes objetivos:

- Dar a conocer el proyecto AQUA-RIBA, en la barriada.
- Generar expectación-extrañeza al respecto.
- Provocar que el vecindario participe
- Buscar un modelo de convocatoria que genere el deseo de acudir
- Informar
- Hacer visible que algo está sucediendo en el barrio.
- Invitar e incitar a la participación en la merienda debate.
- Facilitar el desarrollo de las encuestas en los diferentes domicilios.

Para la elaboración de la campaña de comunicación se desarrolló una visita de campo previa con la finalidad de conocer las características de las personas destinatarias. Esta visita coincidió con la deriva vecinal de manera que quedaron identificados los puntos, y aspectos más relevantes para el vecindario respecto a la gestión del ciclo urbano del agua. De esta manera se consiguió:

- Usar un lenguaje común con el vecindario de Las Huertas.
- Usar una imagen semejante a las usadas por el propio vecindario para sus comunicaciones.
- Analizar los elementos clave para el vecindario respecto a la a la gestión del ciclo urbano del agua.

De manera que se diseñó la Campaña “AGUA DE LAS HUERTAS” que se ha desarrollado tanto por bloques, como en el espacio público de la barriada, y con agentes individuales.

Por bloques.

En cada uno de los bloques se han colocado dos carteles:

- Cartel informativo sobre el proyecto, y el aviso de la posterior visita para solicitar su participación en la encuesta. (Imagen 1)

- Cartel “Publicitario” Agua de las huertas. (Imagen 2).

Estimados vecinos y vecinas de la barriada de Las Huertas:

"Agua de las Huertas" es una iniciativa de la Universidad de Sevilla en colaboración con la Asociación de Vecinos Félix Rodríguez de la Fuente, y forma parte del proyecto de "AQUA-RIBA", una investigación sobre las posibilidades que existen para mejorar la gestión del agua en las barriadas.

Como quizá ya hayan podido ver, estamos en estos meses estudiando el funcionamiento de las instalaciones de agua y saneamiento de la barriada de Las Huertas. Para hacer este análisis, necesitamos también realizar una encuesta a los vecinos del barrio. Por ello, en los próximos días pasarán por su vivienda alguna persona del equipo con la intención de poder hacerle algunas preguntas sobre las instalaciones de su casa. Nos resultaría de mucha ayuda que pudiera concedernos unos minutos de su tiempo para contestar a este cuestionario. Sepan que la información que nos proporcione será siempre tratada según la Ley de Protección de Datos.

Las conclusiones de nuestro trabajo serán posteriormente entregadas a la Asociación de Vecinos Félix Rodríguez de la Fuente para que pueda hacer uso de ella en beneficio de la barriada.

Agradeciendo su colaboración, reciban un cordial saludo.

Equipo de Investigación del Proyecto AQUA-RIBA

Universidad de Sevilla.

Proyecto AQUA-RIBA para mejorar la gestión del agua en la barriada

Organiza

Colabora
Asociación de Vecinos "Félix Rodríguez de la Fuente"

Imagen 1. Cartel informativo sobre el proyecto.



Imagen 2. Campaña publicitaria "Agua de las huertas".

En la barriada

Se colocaron carteles de diferente tamaño y formato, y con diferentes mensajes, señalando los aspectos destacados por las vecinas y vecinos durante la deriva.

En las imágenes 3 y 4 se ven los mensajes usados. En el "Apéndice 1. Resumen fotográfico" se pueden observar su colocación en la barriada.



Imagen 3. Cartelería utilizada en la campaña de comunicación en la barriada Tamaño A3.



Imagen 4. Cartelería utilizada en la campaña de comunicación en la barriada. Tamaños A4 y A5.

Mensajes en la botella.

La convocatoria a la merienda-debate se hizo de forma individual. Para ello se repartieron "mensajes en una botella" a las personas identificadas como agentes relevantes, pertenecientes a los distintos grupos sociales. Consistía en una invitación introducida en una botella tematizada con "Agua de las Huertas" (ver Imagen 5).

De manera que fueron entregadas a 35 personas pertenecientes a la AAVV Félix rodríguez de la fuente, el CEIP Baltasar de Alcázar, el AMPA, algunos comercios de la zona – frutería, peluquería-, usuarios de la peña Bética Esnaola, y alguna gente Joven encontrada por la calle



Imagen 5. "Mensaje en la botella". Invitación individual para participar en la "merienda debate".

También se elaboraron botellas de gran tamaño para usarlo como reclamos en diferentes comercios de la zona. (Imagen 6).



Imagen 6. "Mensaje en la botella". Para visibilizar el proyecto en los comercios.

MERIENDA-DEBATE

El día 1 de julio se desarrolló una merienda-debate en el local de la AAVV. Transcurrió entre las 18: 00 y las 21:00.

Asistieron un total de 13 vecinas y vecinos de diferentes edades, incluida una niña.
La secuencia de actividades que se planteó fue:

- Merienda
- Paneles participativos:
  - "Me gusta vivir en las huertas por".
  - "me preocupa o me gustaría mejorar".
- Trabajo individual destacando tres problemas relacionados con el agua.
- Trabajo de priorización por parejas.
- Trabajo de priorización grupal.
- Puesta en común y debate final.

Todas las personas asistentes participaron de manera activa. El "Apéndice 5. Síntesis de la merienda debate", ofrece una descripción pormenorizada de las ideas expuestas en cada fase.

4. RESULTADOS OBTENIDOS

Como se comenta con anterioridad, la información se ha obtenido mediante visitas de campo, entrevista grupal, entrevistas individuales, la deriva vecinal y la merienda debate.

Respecto a la gestión de la información se ha desarrollado un análisis de unidades de información significativas, y se han organizado en matrices. Para codificar y organizar la información se ha seguido las siguientes pautas:

Ideas/ fuente	EG					EI								DV	MD
	I	L	E	P	M1	I	L	E	M1	M2	M3	VYJ	D		
XX														No se implica	
XX			PB										AMPA		

Ideas: Se refiere a las principales ideas aportadas.
Fuente: Se refiere al origen de la información
EG: Entrevista grupal.
EI: Entrevistas personales.
DV: Deriva vecinal.
MD: Merienda debate.
I, L, E, P, M1, etc… Se corresponden con las iniciales de las personas que aportan la información.
Indica que la persona aporta información al respecto en sentido positivo.
Indica que la persona aporta información al respecto negando la afirmación.
Las casillas que presentan texto hacen referencia a matices aportados por las personas entrevistadas.
La ausencia de color o de texto, implica que no ha ofrecido información al respecto.

Junto a las matrices se ofrece un cuadro con las principales ideas tratadas en cada tema.

En los aspectos pertinentes se han utilizado descripciones propias de algunas personas entrevistadas directamente relacionadas con el tema. A continuación se ofrecen los principales resultados y conclusiones.

4.1 MAPA SOCIAL

Los grupos sociales o entes articuladores o potencialmente articuladores, detectados más representativos de la barriada son:

- Asociación de vecinos Félix Rodríguez de la Fuente.
- Peña Bética Esnaola.
- Asociación Cultural Románticos de la Copla.
- AMPA Colegio Público Baltasar de Alcázar.
- CEIP Baltasar de Alcázar.

La figura 2 ofrece una representación gráfica al respecto.



Figura 2. Mapa social elaborado a partir de la observación directa y las entrevistas a las personas y grupos clave.

COLECTIVOS O ENTES ARTICULADORES O POTENCIALMENTE ARTICULADORES EXISTENTES EN LA BARRIADA DE LAS HUERTAS

Para la caracterización de este apartado nos hemos basado en la observación directa y en los relatos ofrecidos por las personas entrevistadas, derivas vecinales y grupos de discusión. En la Matriz 1 aparece una síntesis de las principales ideas recogidas. Acompañando a la matriz se recoge un cuadro con las principales ideas trabajadas.

Principales ideas aportadas
Percepción de inactividad en la juventud
Existencia de otros colectivos en el barrio
No existencia de otros colectivos en el barrio
Apatía o falta de participación por parte de la juventud
Necesidad de que la gente joven se incorpore
Problemas derivados de la avanzada edad de las personas pertenecientes a la Junta Directiva de la AAVV para la participación
Participación del vecindario

Ideas/ fuente	**EG**					**EI**								**DV**	**MD**
	I	L	E	P	M 1	I	L	E	M 1	M 2	M 3	VY J	D		
Percepción de inactividad en la juventud														No se implica	
Existencia de otros colectivos en el barrio			PB										AMPA		
No existencia de otros colectivos en el barrio															
Apatía o falta de pxón de la juventud															
Necesidad de que la gente joven se incorpore															
Problemas derivados de la avanzada edad para la pxon			Ascensor	Ascensor											
Participación del vecindario			Escasa e interesada	Escasa e interesada			Escasa e interesada								Escasa e interesada

Matriz 1. Percepciones aportadas respecto al mapa social de la barriada.

En base a esta información tenemos:

AAVV Félix Rodríguez de la Fuente.

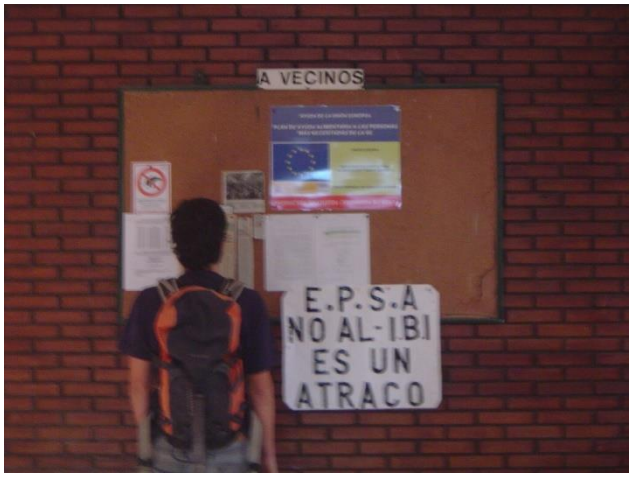


Imagen 7. AAVV Félix Rodríguez de la Fuente.

Lleva funcionando desde 2007, aunque ya había estado funcionando con anterioridad y pasó unos años de inactividad. Están afiliadas el 59% de los domicilios (350 de 600 aproximadamente), aunque activos muchos menos. El sector más activo es la junta directiva constituida por unas 10 personas, la mayoría mayores de 60 años. En la asociación de vecinos y en la junta directiva existen aproximadamente el mismo número de inquilinos (personas que habitan en régimen de alquiler) que de propietarios. Son el único ente que representa al barrio. Es el único colectivo que articula, organiza y/o canaliza la participación vecinal. No existe intercomunidad en la actualidad. Para facilitar la organización, han dividido a la junta directiva en cuatro, a su vez han dividido a la barriada en 4 núcleos. Cada núcleo tiene una persona representante- integrante de la junta directiva- que se encarga de recabar las incidencias. La persona representante se hace responsable de lo que pasa en cada núcleo, respecto a la luz, el agua, alcantarillado, acerado, etc. Realiza un informe con todas las incidencias, se refunde en uno solo, y éste es el que se lleva a la junta municipal de distrito. Para comunicarse con el resto de vecinas y vecinos convocan asambleas, a través de circulares que se ponen en todos los portales. Se ofrecieron a facilitar la entrada a los bloque para realizar las encuestas.

- Núcleo 1 compuesto por los bloques 1, 3, 5,7 y 9. 164 viviendas en total. María y Lola son las personas responsables.
- Núcleo 2 compuesto por los bloques 11, 13,15 y 17. Ildefonso es el responsable.
- Núcleo 3 compuesto por los bloques 19, 21,23 y 25. Manolo es responsable.
- Núcleo 4 compuesto por los bloques 27,29, 31, 33 y 35. Paco o Enrique responsables.

Está compuesta mayoritariamente por personas de avanzada edad (> 60), muy activas.

Sus funciones son:

- Denuncias vecinales.
- Organización y gestión de diferentes recursos para el barrio.
    - Alimentos para personas en situación desfavorecida.
    - Viajes
    - Festejos vecinales (28 de febrero día de Andalucía, y la cena de navidad)
    - Recogidas de firmas relacionadas con causas benéficas
- Gestión del centro vecinal- propiedad de la asociación.
- Participan en la Junta municipal turnándose con otra asociación llamada “Amanecer” de dos en dos años. Es la única vía que ven de conseguir alguna de las reivindicaciones que tienen.

Consideran que no tienen relación con el sector joven de la población de Las Huertas, y demandan esta relación como muy deseable. Demandan renovación generacional, y renovación en la Junta directiva ya que muchas de estas personas llevan muchos años con cargos directivos.

La relación con la infancia es a título individual, relaciones abuelas/os-nietas/os.

Hasta el momento de iniciar este proceso, desconocían la labor e intenciones del AMPA de generar vínculos y proyectos conjuntos.

CEEIP BALTASAR DE ALCÁZAR



Imagen 8. CEEIP BALTAZAR DE ÁLCAZAR.

La barriada presenta dos equipamientos, que forman parte del mismo CEIP. En los dos extremos de la barriada. El equipamiento ubicado en la zona final de la barriada está destinado a Educación Infantil. Está situado junto a un solar que en ocasiones presenta claros signos de abandono, principalmente vegetación adventicia, que el vecindario considera un foco de infección, y un riesgo de incendio. En la zona adjunta se producen inundaciones en épocas de lluvia.

El equipamiento ubicado en el inicio de la barriada está destinado a Educación Primaria. El alumnado que continúa con su formación se desplaza a otros centros situados en barriadas aledañas (IES San Pablo, y Joaquín Turina).

En la actualidad participan activamente en un proyecto de Huerto escolar dinamizado e impulsado por el AMPA.

AMPA CEIP BALTASAR DE ALCÁZAR.

El año pasado se renovó por completo. Es una asociación en la que las madres y padres se implican- al menos este año- . Han organizado diferentes talleres, y su función principal es la organización de un huerto escolar, basado en los principios de la permacultura, en el CEIP Baltasar de Alcázar.

Desean establecer relaciones con la AAVV Félix Rodríguez de la Fuente, y participar de la dinámica del barrio.

PEÑA BÉTICA ESNAOLA:



Imagen 9. Peña Bética Esnaola.

Funciona como punto de reunión espontánea, usada principalmente como contexto de ocio donde jugar a las cartas, dominó, etc. Las personas usuarias son principalmente varones, de edad madura y/o joven.

ASOCIACIÓN CULTURAL ROMÁNTICOS DE LA COPLA:



Imagen 10. Asociación cultural Románticos de la Copla.

Funciones de ocio principalmente. Básicamente funciona como un bar-punto de encuentro.

Principales conclusiones:

La organización social del vecindario de las Huertas se estructura principalmente en torno a la AAVV Félix Rodríguez de la Fuente. Asociación muy activa pero con ciertas limitaciones por la elevada edad de las personas más implicadas y la falta de renovación generacional. A esto hay que unir la escasa posibilidad de renovación de cargos directivos, llevan años siendo los mismos en muchas de las funciones. Los sectores de edad correspondiente a la juventud o mediana edad no participan en esta asociación, ni tampoco existe ningún otro colectivo que los articule. Sí que existe deseo manifiesto de relación entre la AAVV y el AMPA para organizar temas conjuntos.

La AAVV Félix Rodríguez de la Fuente es una asociación de vecinos totalmente legitimada en el vecindario, por lo que constituye un vector de información y convocatorias fundamental. Por otro lado ofrecen mucha información acerca de la trayectoria histórica, del funcionamiento del vecindario, su realidad, y cualquier temática relacionada con el funcionamiento de la barriada.

4.2 CARACTERIZACIÓN DEL VECINDARIO

Nos basaremos en la información facilitada por las vecinas y vecinos al no haber tenido acceso- de momento- a ningún informe oficial. Para la caracterización de este apartado nos hemos basado en la observación directa y en los relatos ofrecidos por las personas entrevistadas, derivas vecinales y grupos de discusión. En la Matriz 2 aparece una síntesis de las principales ideas recogidas.

Principales ideas aportadas.	
Segregación social en la barriada	Segregación social en la barriada
	Peor gestión zona final
	Mejor gestión alcantarillado. y los espacios públicos en la zona inicial.
	Mejor estructurada Colza
Valoración positiva de las viviendas	Valoración de la calidad de las viviendas
Problemática derivada del uso	Hurtos de elementos, mal uso de periquitos, etc
Elevada facturación de agua	Elevadas facturas debidos a la diferencia censo-nº de personas que consumen
Existencia de otros colectivos	Existencia de otros colectivos en el barrio
	No existencia de otros colectivos en el barrio
	Participación del vecindario
Situación Socioeconómica del vecindario	Situación socioeconómica
	Edad media
Temas relacionados con la percepción sobre la juventud	Situación laboral de la juventud
	Origen de la gente joven
	Origen niñas y niños cole
	Percepción de inactividad en la juventud
	Apatía o falta de participación de la juventud
	Necesidad de que la gente joven se incorpore
	Problemas derivados de la avanzada edad para la pxon
Relación Inquilinos/propietarios	Problemas derivados de la existencia de propietarios e inquilinos
	Relación inquilinos/propietarios
	Toma de decisiones en el bloque
	Administrador de fincas
	Acceso herederos a los pisos
Relaciones vecinales	Buenas relaciones en el vecindario. Se conocen
	Victorias vecinales

Ideas/ fuente		EG					EI								DV	MD
		I	L	E	P	M1	I	L	E	M1	M2	M3	V yJ	D		
SS	Segregación social en la barriada															
	Peor gestión zona final														Descrip. ZN?	
	Mejor gestión alcanta. y EP zona inicial.														TyS?	
	Mejor estructurada Corza															
VV	Valoración de la calidad de las viviendas															
PS	Hurtos de elementos, mal uso de periquitos, etc															
F	Elevadas facturas debidos a la diferencia censo-nº de personas que consumen													Ex.		
OC	Existencia de otros colectivos en el barrio			PB										AMPA		
	No existencia de otros colectivos en el barrio															
	Participación del vecindario			Escasa e interesada	Escasa e interesada			Escasa e interesada								Escasa e interesada
SC	Situación socioeconómica				Paro, viudedad, pobreza			Pobreza				Pobreza Mucha gente sola paro		Medio bajo. Paro, retorno al barrio		Pobreza
	Edad media				Mayores			Mayores				Mayor				Mayores
JUV	Situación laboral de la juventud			Paro											paro	
	Origen de la gente joven			Barriada	Barriada											
	Origen niñas y niños cole															
	Percepción de inactividad en la juventud														No se implica	
	Apatía o falta de pxón?? de															

	la juventud															
	Necesidad de que la gente joven se incorpore															
	Problemas derivados de la avanzada edad para la pxon??			Ascensor	Ascensor											
I/P	Problemas derivados de la existencia de propietarios e inquilinos															
	Relación inquilinos/propietarios			50%			30 % P	60%P	50 %		50 %	40% P				
	Toma de decisiones en el bloque			Propietarios			Todos	Todos	Todos		Todos	Todos			Zona norte mas	
	Administrador de fincas						Si									
	Acceso herederos a los pisos							Tras dos años padron								
BR	Buenas relaciones en el vecindario. Se conocen															
	Victorias vecinales														Parques inf. PP	

Matriz 2. Percepciones aportadas respecto la caracterización del vecindario.

HISTORIA DE LA BARRIADA "LAS HUERTAS"

La barriada de las Huertas se construyó en el año 79, y se entregó en el 80 con un convenio especial con el Instituto Nacional de la Vivienda –organismo que ya no existe- para lo que iba a ser la "Sevilla Nueva".

Las viviendas, en principio, estaban destinadas a ser adjudicadas a personas pertenecientes a la Guardia Civil y la Policía Nacional.

En los preparativos de la Expo´92, la remodelación prevista en la zona, asociada a la construcción de la estación de Santa Justa, implicaba la desaparición de la barriada de "La Corza" (barriada aledaña). Esto unido al mal estado en el que se "encontraban" las viviendas de "La Corza" provocó que se planteara la necesidad de reubicar al vecindario de este barrio. En un principio se propuso la reubicación de este vecindario en el Polígono Sur. Tras la reivindicación vecinal consiguieron pactar esta reubicación se llevara a cabo en "Las Huertas" debido a que tenía el número de viviendas necesario, y se encontraba en una zona cercana. Aun así, aproximadamente la mitad del vecindario de "La Corza" se negó a la reubicación, de manera que la mitad de la barriada quedó sin ocupar.

SEGREGACIÓN SOCIAL LONGITUDINAL.

La distribución es la siguiente:

Desde el bloque 1 al 9 son todo vecinos que proceden de “La Corza”.

Del 9 al 18 proceden de los albergues municipales que había en aquel entonces (cuándo?), del barrio de “Los Pajaritos”, “Las Candelarias”, el “Polígono S. Pablo” y “Barriada de Pío XII”.

El alquiler era de 4500 de las antiguas pesetas.

Existe una segregación social manifiesta entre el primer y segundo grupo. Esta segregación social se percibe tanto en la capacidad de organización del vecindario, como en el mantenimiento de infraestructuras.

La zona correspondiente a la habitada por el vecindario procedente de “La Corza” presenta una mejor organización respecto a la gestión vecinal, estado de las zonas comunes, y del saneamiento. Para este estudio vamos a considerar esta zona como zona inicial de la barriada (ZI), y la zona de multiprocedencia, zona final de la barriada (ZF).

PERCEPCIÓN RESPECTO A LAS RELACIONES VECINALES

Aunque reconocen unas buenas relaciones vecinales- principalmente en la ZI-, existe una percepción manifiesta de la escasa participación del vecindario. Esta escasa participación la plantean principalmente por parte de los sectores más jóvenes de la población.

Respecto a la juventud de la barriada, perciben que en su mayoría son descendientes de las familias que habitaron inicialmente la barriada. Perciben apatía, y falta de implicación por parte de la juventud. Demandan un relevo generacional, ya que consideran que la AAVV está compuestas por personas de una edad elevada y esto limita su capacidad de intervención. Una de las últimas reivindicaciones es la instalación de un ascensor en el local de la AAVV, ya que se encuentra situada en la primera planta y las personas mayores tienen problemas para subir.

En general valoran muy positivamente la calidad y situación geográfica de las viviendas, y se sienten muy identificados con la barriada. Reconocen y valoran los triunfos conseguidos por la acción vecinal. Éstos van desde la consecución de las propias viviendas, hasta la consecución de los dos parques infantiles a través de los presupuestos participativos.

Denuncian cierto aumento en la inseguridad ciudadana en los últimos años. Esto se ve reflejado entre otros aspectos en el robo de las tapas de arquetas, o los desperfectos sufridos en los sistemas de aspersores instalados para riego de jardines.

SITUACIÓN SOCIOECONÓMICA DE LAS PERSONAS QUE VIVEN EN “LAS HUERTAS”.

Todas las personas entrevistadas coinciden en que existen una mayoría de personas mayores (>70 años), y muchas en situación de vulnerabilidad. Hacen referencia continua a la existencia de muchas personas “solas”, la mayoría viudas, y que tienen como única fuente de ingresos la pensión no contributiva. También se hacen varias veces referencias a una elevada tasa de paro entre la gente joven. Comentan que a partir de la crisis muchos familiares “emancipados” han vuelto a las casas paternas.

La elevada media de edad, y el retorno de familiares emancipados, contribuyen a que las facturas de agua sean más elevadas de lo que les correspondería. Las tarifas asociadas al consumo de agua, están relacionadas al número de habitantes censados en la vivienda. Existe la "tarifa de uso eficiente del agua" de manera que existe un mínimo de consumo a partir del cual se cobra más caro el metro cúbico. Con las situaciones anteriormente descritas se da de manera repetida el hecho de que estén empadronados dos o una sola persona, pero estén consumiendo varias más.

PERCEPCIÓN RESPECTO A LOS PROBLEMAS ASOCIADOS A LA VENTA DE VIVIENDAS.

En el año 2000 la consejería de vivienda crea EPSA y sacan un decreto ley por el que le ofrecen la posibilidad de pasar de inquilinos a propietarios.

El 50% del vecindario procede a la compra. El otro 50% de mantiene en régimen de alquiler unos por imposibilidad económica, otros por considerar necesaria la existencia de un parque público de vivienda. Dejan claro que eso no genera malestar en la AAVV de la que forman parte personas en ambas circunstancias. Consensuaron la libertad de elección.

Aun así esto ha generado que en algunos bloques se cree una situación conflictiva ya que según la "ley de división horizontal", los inquilinos no tienen ni voz ni voto en la toma de decisiones.

En algunos bloques las personas que viven en régimen de alquiler se ven descartadas de la toma de decisiones, y en otros las decisiones las toman entre todas las personas.

De todas maneras plantean como solución que si bien la persona que acceda a la presidencia de la comunidad ha de ser propietaria por ley, que la función de secretaría estén a cargo de una persona inquilina.

Llevan varios años solicitando a la empresa pública de vivienda (anteriormente EPSA, y en la actualidad AVRA), que les ceda el voto. Su petición aún no ha sido considerada.

Esta situación genera situaciones conflictivas relacionadas con el IBI (impuestos sobre bienes inmuebles), y la ITE (Inspección técnica de edificios).

Por otro lado la mayoría de los bloques se gestionan a través de administradores de fincas aunque no es el mismo para todos.

Principales conclusiones:

La barriada de Las Huertas alberga un vecindario en el que las relaciones son positivas. Aun así se echa de menos la existencia de otros colectivos, a parte de la AAVV Félix Rodríguez de la Fuente, principalmente de gente más joven.

Existe una segregación longitudinal respecto a la organización vecinal y mantenimiento de infraestructuras que conllevan gestión vecinal. Esto lo achacan a la procedencia de las personas que habitan las dos zonas. La Zona Inicial está compuestas por personas que procedían de la barriada aledaña de "La Corza", y la Zona Final, está compuesta por personas de procedencias muy diferentes sin una organización previa.

El nivel socioeconómico se considera de medio a bajo, existiendo un importante número de personas que dependen de la pensión no contributiva. La tasa de desempleo es alta. Con todo esto se puede concluir que las medidas propuestas no deben suponer elevados desembolsos a la población.

La toma de decisiones no se organiza en todos los bloques por igual, aspecto también muy importante, ya que existen bloques en los que los inquilinos- que en su mayoría viven en la barriada desde el principio- no tienen ni voz ni voto en las decisiones de la comunidad.

La tasa de desempleo también es alta.

En numerosas ocasiones presentan facturas de agua elevadas debido principalmente a que no se corresponde el número de personas censadas con el número de personas que hacen uso de la vivienda cotidianamente.

Por todo esto, otro centro de interés manifiesto es el coste del agua, su consumo y las formas necesarias para poder tener una gestión más eficiente. Posibles alternativas en este sentido, pueden ser muy bien acogidas y generar, despertar, interés en la población: "¿Pagas mucha factura de agua? ¿Qué podemos hacer para ahorrar agua y dinero?".

Las posibilidades de implementar soluciones a la gestión del agua, están íntimamente relacionadas a la capacidad de generar comunidad, de llegar a acuerdos entre vecinos/as y el clima de convivencia. Será preciso clasificar las diferentes alternativas en función a los niveles de complejidad para alcanzar consensos que las hagan viables. Si una propuesta requiere la unanimidad de un bloque, es más compleja que una medida a desarrollar en cada vivienda, por ello sería interesante definir propuestas en escala: personal, vivienda, bloque, barriada.

4.3 RELACIÓN CON LAS INSTITUCIONES

Para la caracterización de este apartado nos hemos basado en los relatos ofrecidos por las personas entrevistadas, derivas vecinales y grupos de discusión. En la Matriz 3 aparece una síntesis de las principales ideas recogidas.

Principales ideas aportadas
Desatención institucional
Problemas con el IBI
Relación inquilinos/propietarios
Problemas percibidos derivados de la línea de alta tensión
Titularidad de los parques
Limpieza ayuntamiento
Victorias vecinales

Ideas/ fuente	**EG**					**EI**								**DV**	**MD**
	I	L	E	P	M1	I	L	E	M1	M2	M3	VYJ	D		
Desatención institucional								Planos							Ayto
Problemas con el IBI															
Relación inquilinos/propietarios			50 %			30 % P	60% P	50%		50 %	40% P				
Problemas percibidos derivados de la línea de alta tensión															
Titularidad de los parques									De la barriad		Hay poca				

									a		s				
Limpieza ayuntamiento												Cada 15 días		Cada 15 días	poco
Victorias vecinales														Parques inf. PP	

Matriz 3. Percepciones aportadas respecto a las relaciones con las instituciones públicas.

Principales conclusiones:

La sensación generalizada es de desatención institucional. Hacen especial hincapié en la desatención por parte del Ayuntamiento. Es importante recordar que esta barriada forma parte (al menos el porcentaje de viviendas en régimen de alquiler) del parque público de viviendas de la Consejería de Fomento y Vivienda.

Al ayuntamiento le demandan principalmente mayor limpieza en las calles, y mejor mantenimiento de los equipamientos públicos que dependen de él (polideportivo, y algunos parques), así como una mejor gestión de acerado, y la calzada.

Con la Consejería de Vivienda-AVRA tienen varias reivindicaciones pendientes:

- Cesión del voto para las decisiones de la comunidad.
- IBI: las personas que viven en régimen de alquiler tienen que pagar el IBI.

Aun así valoran muy positivamente los logros obtenidos por el movimiento vecinal (parques infantiles con presupuestos participativos, luchas por las viviendas, etc)

4.4 EQUIPAMIENTOS E INSTALACIONES DE USO PÚBLICO

Para la caracterización de este apartado nos hemos basado en las visitas de campo, los relatos ofrecidos por las personas entrevistadas, derivas vecinales y grupos de discusión. En la Matriz 4 aparece una síntesis de las principales ideas recogidas.

Varios de los resultados también se recogen en la figura 2 de mapeo de infraestructuras relacionadas con el CUA (Ciclo urbano del agua).

Principales ideas aportadas	
Respecto al tanque de tormenta	Percepción positiva tanque de tormenta
Elementos de gestión vecinal	Mantenimiento de los bajos de los bloques a cargo de las vecinas
	Parques traseros
	Gestión de los jardines
	Parterres
	Gestión de riego EC
Titularidad de los parques	Titularidad de los parques
Equipamientos públicos	Equipamientos públicos
	Inst. deportivas
Zonas verdes	Zonas verdes
	Falta equipamientos para niñas y niños
	Solar al lado del cole Malezas, ratas, etc
	Necesidad de ampliar arbolado y zonas verdes
Estado de las calles	Pavimentos levantados zonas traseras
	Limpieza insuficiente
	Limpieza ayuntamiento
	Alcantarillado

Gestión comunitaria	Gestión comunitarias
Victorias vecinales	Victorias vecinales
Fuentes	Faltas fuentes en parques
Bocas de riego	Falta de Bocas de riego

Ideas/ fuente		**EG**					**EI**								**DV**	**MD**
		I	L	E	P	M1	I	L	E	M1	M2	M3	VYJ	D		
TT	Percepción positiva tanque de tormenta															
GV	Mantenimiento de los bajos de los bloques a cargo de las vecinas															
	Parques traseros						Albero y cambio sin consulta									
	Gestión de los jardines			Antes lo hacían los vecinos, ahora externalizan							Vecinas	Persona externa	Vecinas			
	Parterres								Los pusieron ellos							
	Gestión de riego EC						pozo			Invierno lo quitan	pozo	Balde an ellos zonas comunes	Del bloque			
T	Titularidad de los parques									De la barriada		Barriada y AYto				
EP	Equipamientos públicos			2												
	Inst. deportivas												Ut. Por migrantes		Inf.ut. IMD abandono	
ZV	Zonas verdes											Hay pocas		pocas	pocas	pocas
	Falta equipamientos para niñas y niños															
	Solar al lado del cole Malezas, ratas, etc														Peligro inc.	
	Neces.de ampliar arbolado y zonas verdes													Fal. ZV	Pared	

C	Pavimentos levantados zonas traseras															
	Limpieza insuficiente															
	Limpieza ayuntamiento												Cada 15 días		Cada 15 días	poco
	Alcantarillado														Hundido	Hudido
GC	Gestión comunitarias												Jardines		Desagües de cubierta. Jardines. Decisión vegetación,	
VC	Victorias vecinales														Parques inf. PP	
F	Faltas fuentes en parques															
BR	Falta de Bocas de riego															

Matriz 4. Percepciones aportadas respecto a las instalaciones y equipamientos de uso público..

La percepción que plantean respecto a la dotación de equipamientos es ambivalente. Positiva respecto a los centros educativos, ya que existe uno duplicado en infantil y primaria. Negativa respecto a la gestión que se realiza en las instalaciones deportivas y recreativas (parques dependientes del ayuntamiento) que consideran están desatendidas.

Existe desde hace años el proyecto de construir un tanque de tormenta en la barriada. En las ocasiones que ha salido este tema lo valoran positivamente, porque les han ofrecido a cambio zonas verdes y aparcamientos.

Consideran insuficientes la dotación de zonas verdes en la barriada. Reivindican que se complete la pantalla arbórea junto al muro que separa el barrio de las vías del tren. Existe una creencia generalizada del efecto negativo que tiene sobre la salud la línea de alta tensión, y consideran que el arbolado puede servir de pantalla.

También demandan más zonas verdes para que las niñas y niños puedan jugar de manera segura. En el centro educativo también reclaman más arbolado, ya que la zona de recreo carece por completo de sombra. Una de las soluciones que comentan para el solar que se encuentra al lado del centro de educación infantil es la creación de una zona verde.

Asociados a los bloques existen una serie de jardines y parterres que son de gestión vecinal. Algunos (los menos) los sigue gestionado el vecindario, y en la mayoría, la comunidad paga a una persona que se encarga del mantenimiento. El agua destinada a riego sale de las diferentes comunidades. En el Núcleo 1 de la ZI se saca de un pozo colectivo. En otros bloques se saca de la propia comunidad turnándose entre los bloques implicados.

Se percibe una mejor gestión de los jardines y parterres de la ZI que de la ZF.

Las zonas traseras se componen de área de albero y área de cemento. Comentan que las plazas traseras eran todas de albero y que nadie les consultó la decisión.

El baldeo de las zonas comunes se realiza (aunque de manera insuficiente) por parte del vecindario. Consideran que las calles están sucias, y que LIPASAM (empresa municipal de limpieza) no opera con la suficiente frecuencia.

Consideran que el pavimento se encuentra en mal estado, principalmente en la ZF (Zona Final). Igual sucede con el alcantarillado, produciéndose incluso encharcamientos en algunas zonas.

Existen dos parques infantiles que se construyeron a partir de los Presupuestos Participativos. Al principio había vecinos implicados en la gestión de estos espacios, en la actualidad depende de una contrata del ayuntamiento.

Principales conclusiones:

Demandan de manera generalizada una mayor dotación de zonas verdes, especialmente con arbolado.

Perciben cierta desatención en la limpieza de las zonas dependientes del ayuntamiento.

La limpieza de las zonas bajas de los bloques la realiza el vecindario. Se percibe una mejor organización y por tanto limpieza en la ZI que en la ZF.

Declaran el mal estado del pavimento especialmente por la ZF.

Los jardines y parterres de la ZI aparecen mejor cuidados que los de la ZF. La gestión de estos parterres y jardines depende del vecindario.

Declaran mal estado en el alcantarillado y denuncian las inundaciones en épocas de lluvias, principalmente en la ZF en la salida hacia la Avda de Kansas City, y en la ZI la zona bajo el puente. También declaran la aparición de ratas y malos olores.

Demandan mayor número de fuentes, y de bocas de riego accesibles.

4.5 PERCEPCIONES RESPECTO A ALGUNAS INSTALACIONES RELACIONADAS CON EL CICLO URBANO DEL AGUA

Para la caracterización de este apartado nos hemos basado en las visitas de campo, los relatos ofrecidos por las personas entrevistadas, deriva vecinal y grupos de discusión. En la Matriz 5 aparece una síntesis de las principales ideas recogidas.

Estos resultados serán contrastados con el informe técnico.

Principales ideas aportadas.	
Información asociada al domicilio	Contadores de agua
	Problemas con el agua de consumo
	Agua turbia y con mal olor
	Cortes de agua
Información asociada al bloque	Malos olores
	Frecuencia atascos
	Empresa contratada

	Tuberías
	Tuberías al descubierto
Información asociada a la barriada	Pozos financiación
	Infraestructuras relacionadas con el agua
	Riego de espacios públicos
	Alcantarillado
	Mejor gestión alcanta. y EP zona inicial.
	Raíces revientan tuberías
	Faltas fuentes en parques
	Bocas de riego
	Necesidad poner más puntos de salida de riego
	Hurtos de elementos, mal uso de periquitos, etc

Ideas/ fuente		**EG**					**EI**								**DV**	**MD**
		I	L	E	P	M1	I	L	E	M1	M2	M3	VYJ	D		
AD	Contadores?			I	I			I							Ind. Hace 5 años	
	Problemas con el agua de consumo														No tanto como alc.	Mala calidad
	Agua turbia y con mal olor															A V
	Cortes de agua							No	No					No		
ABl	Malos olores							Solo atascos	Solo atascos					Solo atascos	Por alcant. Hundido ZF	Sabor y olor
	Frecuencia atascos						Cada 3 meses	No sabe	1 /2 año		Cada mes o 3 meses	Cada 3 meses				
	Empresa contratada						Cada 3 meses	Todos los meses			Todos meses	Cada tres meses			Cada 15 días. Norte.	
	Tuberías								Al aire se calientan	Hay en malas condiciones					ZF han cedido y fugan MO.?	
	Tuberías al descubierto															
AB	Pozos financiación						vecinos									
	Infraestructuras relacionadas con el agua	Varios pozos				Varios pozos										
	Riego de espacios públicos						pozo				pozo		Del bloque			
	Alcantarillado														Hundido	Hudido
	Mejor gestión alcanta. y EP zona inicial.														Técnica y scoail?	
	Raíces revientan tuberías															
	Faltas fuentes en parques															
	Bocas de riego															
	Necesidad poner más puntos de salida de riego															
	Hurtos de elementos,mal uso de periquitos, etc															

Matriz 5. Percepciones aportadas acerca de las instalaciones relacionadas con el CUA.

Principales conclusiones:

La información se ha organizado a nivel de domicilio particular (AD), bloque (ABl), y de barriada (AB).

A nivel de domicilio particular las ideas más destacables son:

En toda la barriada se cuenta con contadores individuales. Hace aproximadamente 6 años se concedió una subvención para el cambio de contadores, y todos los bloques aprovecharon para la modificación. Las razones argumentadas principalmente son la diferencia de número de personas entre las diferentes viviendas.

Durante la merienda debate uno de los aspectos más destacados, (que no habían salido con anterioridad), fue la mala calidad del agua, que presenta olor y sabor. Dan diferentes razones respecto al origen del agua, materiales de las cañerías, etc. El equipo técnico detecta percepciones erróneas y se ofrece a la elaboración de un análisis.

No manifiestan problemas de presión, ni tampoco reconocen cortes de agua.

A nivel de bloque las ideas más destacables son:

Tuberías en malas condiciones, y al aire de manera que en verano se recalientan demasiado.

Relacionan el material del que están hechas las tuberías con la mala calidad del agua.

En la ZF plantean que los atascos son más frecuentes. De todas maneras hemos detectado que no distinguen entre frecuencia de atascos reales, y asistencia de la empresa externa que realiza el mantenimiento, ya que hablan de atascos relacionados con la frecuencia en la que esta empresa acude.

Denuncian malos olores (de manera agravada en la ZF) pero exclusivamente asociados a los momentos en los que se producen atascos.

Relacionan la causa de los atascos con el uso de inodoros para librarse de pañales, compresas, etc.

A nivel de barriada las ideas más destacables son:

En la barriada hay tres pozos, uno de ellos propiedad de varios bloques, y es usado para regar los jardines comunitarios.

Denuncian el mal estado del alcantarillado principalmente en la ZF. Denuncian inundaciones en la zona cercana a la salida hacia la avenida de Kansas City, junto al centro de educación Infantil. Y otra zona de encharcamiento en la zona inicial debajo del puente. Denuncian la presencia de ratas y malos olores por esta causa?.

Aun así se percibe mejor gestión del alcantarillado en la ZI que en la ZF (segregación social longitudinal).

Demandan la necesidad de instalar más fuentes en los parques, así como salidas de riego.

No perciben problemas respecto a la gestión del agua de riego de jardines y parterres comunitarios, asumiendo que cada zona decide cómo se gestiona, y que siempre se atiende a la sensatez en el uso del agua. Aunque cabe destacar que cuando usan agua de la comunidad para regar, se paga a precio de agua de consumo.

Perciben un problema con las raíces del arbolado en la zona lateral al campo deportivo, y argumentan que las raíces rompen tuberías, y esto provoca que se levante el pavimento.

Denuncian actos vandálicos tales como el robo de las tapas de las arquetas o malos usos de los aspersores de riego.

5. RESUMEN DE CONCLUSIONES

Los aspectos que destacaríamos a tener en cuenta para la propuesta de medidas técnicas para la mejora del CUA serían:

Teniendo en cuenta las características socioeconómicas:

Medidas que reduzcan el coste económico por domicilio. Ya sea por reducción de consumo, eficiencia energética, etc. Tanto a nivel de inversión inicial, como de mantenimiento.

Medidas que reduzcan el coste económico por bloque. Tanto a nivel de inversión inicial, como de mantenimiento.

Medidas que puedan incidir en la mejora de la empleabilidad siempre que el empleo se genere en la propia barriada.

La implicación del vecindario en el mantenimiento de medidas se ve limitado por la elevada edad de las personas articuladas en colectivos, y la escasa implicación de las personas más jóvenes.

Teniendo en cuenta los modelos de organización y los diferentes sistemas de toma de decisiones:

Las posibilidades de implementar soluciones a la gestión del agua, están íntimamente relacionadas a la capacidad de generar comunidad, de llegar a acuerdos entre vecinos/as y el clima de convivencia. Será preciso clasificar las diferentes alternativas en función a los niveles de complejidad para alcanzar consensos que las hagan viables. Si una propuesta requiere la unanimidad de un bloque, es más compleja que una medida a desarrollar en cada vivienda, por ello sería interesante definir propuestas en escala: personal, vivienda, bloque, barriada.

Teniendo en cuenta las problemáticas denunciadas:

Medidas que mejoren la calidad del agua (primero habría que contrastar la calidad del agua de consumo en las viviendas.

Medidas que mejoren la gestión de aguas residuales a nivel de bloque y de barriada.

Medidas que favorezcan el aumento de zonas verdes, principalmente arboladas.

APÉNDICES

APÉNDICE 1. RESUMEN FOTOGRÁFICO



AAVV Félix Rodríguez de la Fuente



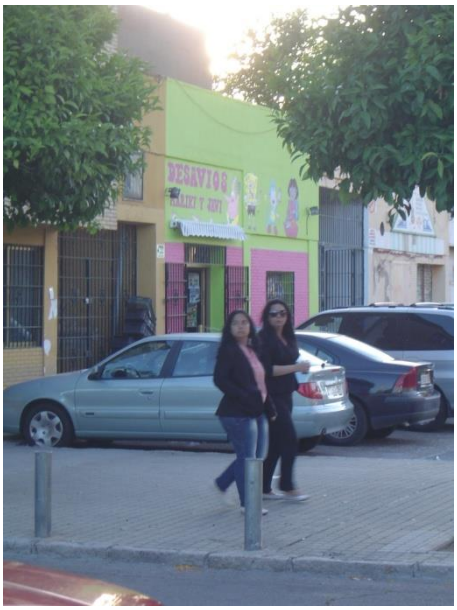
CEEIP Baltasar de Alcázar. Pegada de carteles.



Asoc. Cultural románticos de la Copla



Deriva vecinal. Detalle general



Deriva vecinal. Salida



Deriva vecinal. Barrera verde muro RENFE



Deriva vecinal. Zonas comunes traseras



Integrantes de la AAVV recibiendo el “mensaje en la botella”



Comerciante de la zona recibiendo el “mensaje en la botella”



Campaña de comunicación en la barriada. Detalle 1



Campaña de comunicación en la barriada. Detalle 2







Campaña de comunicación en la barriada. Detalles 3, 4 y 5





Merienda-debate. Paneles y priorización de problemas

APÉNDICE 2. SÍNTESIS DE ENTREVISTA

SÍNTESIS DE LA ENTREVISTA VECINAL

Esta entrevista estaba concertada con el responsable de urbanismo de la AAVV, Enrique, pero terminó siendo una entrevista grupal.

IDEAS:

ILDEFONSO

Actos vandálicos hurtos de elementos de protección de los sistemas de agua y electricidad

Se llevan las tapas de las arquetas para venderlas como chatarra.

Hubo un problema con el pozo porque se llevaron la tapa del pozo.

Lo mismo ha sucedido con temas de las fases eléctricas

Segregación social en la barriada

Cuenta la historia de la colza, él era presidente de la asociación. Comenta que tuvieron que batallar bastante porque los querían enviar a las 3.000 viviendas. Plantearon que o les arreglaban las casas de la colza, o las Huertas que estaba dentro de su "hábitat". Después de muchas reuniones acordaron con el gobernador ceder las viviendas.

Valoración por la calidad de viviendas

Estas fueron de las mejores viviendas sociales que se hicieron en aquella época. Por cómo están construidas, donde están situadas, etc.

Percepción de la juventud

Hay personas que llegaron con 5 o 6 años, y ahora tienen hijos. Yo tengo muy buena relación con ellos pero un día les pedí ayuda y no… ellos se entretienen ahí, juegan al dominó, juegan a las cartas, …

Gestión de los bajos de los bloques

Las vecinas principalmente

Lipasan entra alguna vez-

LOLA

Elevadas facturas de agua debido a la presencia continua de personas no empadronadas.

Yo pago más de 50 euros.

Desatención institucional.

No les tienen en cuenta ni ante las reclamaciones, ni para tomar medias.

Vienen y no nos echan cuenta, se lo mostramos pero no nos echan cuenta,. Se les olvida.

Existencia de otros colectivos en el barrio

Ojalá hubiera otras asociaciones para poder ayudar.

Relación con la juventud.

Y que nos hace falta.

ENRIQUE

Tanque de tormenta

Aceptación porque le han prometido aparcamientos y zonas verdes, en las instalaciones del tanque de tormenta.

Desatención institucional

Bueno que vamos a ver, contarme- pero si eso lo has visto tú 20 veces-otra vez te lo digo otra vez te lo enseño? Y luego tienen la cara dura cuando vienen… bueno contadme… contadno ustedes a nosotros que habéis hecho con todas las denuncias que hacemos…

Nunca nos ha recibido ningún consejero, sea del partido que sea, ninguno, desatención total.

Existencia de otros colectivos en el barrio

Está la peña bética, antes había una peña sevillista pero ..

No asociaciones de mujeres en el barrio

Otros problemas de la barriada

Enrique cuenta la historia de la barriada.

Se construyó en el año 79, y se entregó en el 80 con un convenio especial con el Instituto Nacional de la Vivienda –organismo que ya no existe- para lo que iba a ser la Sevilla nueva.

Comprendía el estatus de la renfe, implicaba la desaparición de san Bernardo, … estos pisos ya estaban construidos pero no era para los trabajadores, este barrio era para las fuerzas del orden público "guardia civiles y policía nacional.

Que pasó que se necesitó para el 92, y antes del 92 toda la remodelación de la renfe, que implicaba la desaparición de la barriada de la Colza, la antigua barriada. El ayuntamiento primero democrático que hizo?, pues pactar con el ministerio unas condiciones que decían si ustedes necesitáis tirar la Colza, necesitamos adjudicar viviendas a esa personas. Le ofrecieron a los vecinos de la Colza venirse a estos pisos, y se vinieron aproximadamente la mitad. La otra mitad se quedaron allí porque no querían pisos viniendo de casas.

Desde el bloque 1 al 9 son todo vecinos que proceden de la COLZA. Del 9 al 18 hay mucha gente que vinimos de muchos sitios de Sevilla.

Segregación social espacial, diferencia entre procedentes de la Corza y no

Tb lo comenta

Se hizo una permuta, porque coincidía el número de viviendas con el de la Colza. Un grupo no se quería ir, y como no se precisaba todo el terreno consiguieron que se hicieran viviendas nuevas que son las que hay actualmente allí.

Desde el bloque 1 al 9 son todo vecinos que proceden de la COLZA. Del 9 al 18 hay mucha gente que vinimos de muchos sitios de Sevilla.

Del 9 al 18 proceden de los albergues municipales que había en aquel entonces, de los pajaritos, la candelaria, el polígono s. pablo, o él mismo que venía de pío XII. El alquiler era de 4 500 de las antiguas pesetas.

Problemas derivados del cambio de viviendas en alquiler a venta de las viviendas

En el año 2000 la consejería de vivienda crea EPSA y sacan un decreto ley por el que le ofrecen la posibilidad de pasar de inquilinos a propietarios.

Esto ha roto la paz social. En las comunidades de vecinos pro la ley de división horizontal de la vivienda tan solo pueden dar su opinión los propietarios.

Si yo soy inquilino, no opino ni tengo voto, solo puedo pagar lo que la comunidad acate.

Llevan tres años peleando con la Junta para que el voto que tienen ellos como propietarios de esos pisos, lo delegue en los inquilinos para que puedan asistir a las reuniones en iguales condiciones que las que tiene el resto.

Ahora en breves hay que pasar la ITE (Inspección técnica de edificios), y los gastos derivados los tendrán que pagar los propietarios, o si no de que… porque legalmente quien tiene que arreglar son los propietarios.

Ahora hay una adicional 3ª por la que los pisos oficiales que sean en venta y en alquiler se tienen que vender a precio de salida. Eso exigimos nosotros ahora, que nos pongan el mismo precio 800.000 pesetas, que le costó al instituto nacional de la vivienda.

Presidente propietario, y secretario inquilino.

Problemas con el I.B.I

Llevamos 5 años que nos reclaman el IBI, 300 cada año. Muchos vecinos debemos 1500 euros por el IBI.

Ningún vecino ha pagado nada del IBI. Tienen pedida una reunión (que hoy en día ya la han tenido) con la gerente de AVRA para solucionar el tema.

Hay dos posturas muy diferenciadas, cuando le reclaman el IBI llaman a un abogado relacionado con los movimientos sociales, y les hace un informe en el que se recoge que los que tienen contrato de antes del año 94 8 ellos lo tienen desde el 81) no tienen la obligación de pagar el IBI. EPSA por otro lado les pide un informe a sus técnicos y este informe dice que sí pueden cobrarles el IBI. EPSA propone incluir un tercero que medie, y los vecinos deciden que si hay algún tercero que tiene que ser un juez. EPSA desestima esta vía y llaman al " Consejo

consultivo de Andalucía", "pagado por ellos", y cuto informe plantea que si EPSA tiene que cobrarles el Ibi a los inquilinos.

Acuden a todos los partidos, y la delegada provincial de hacienda les manda un escrito diciendo que los contratos del año 80-81 no tienen que pagar el IBI.

Considera que están empatados. EPSA les propone que denuncien. Los vecinos plantean que ellos son los que deben dinero, que denuncie EPSA y anuncie el desalojo de 300 viviendas.

Lo que están haciendo es cobrándole a la gente en la cuenta corriente el IBI. Tienen un acuerdo para pagar en Unicaja para pagar el alquiler allí hasta que se arregle esto. Pero desde que está IU lo quitan de la cuenta. Para algunas personas les significa la pensión entera.

Nº de viviendas en propiedad y en alquiler

Aproximadamente de 600 hay 300 que han accedido a la propiedad y 300 que se han quedado como inquilinos.

No en todos los bloques exactamente igual, pero más o menos.

Equipamientos públicos

De colegios estamos bien, tenemos 2 uno de infantil y otro de primaria.

Relación con la juventud.

La gente joven lo único que quiere es el pitillo y la botella.

Les ofrecimos este local (se refiere al local de la AAVV) y la juventud no quiere saber absolutamente nada.

Damos alimentos a más de 80 familias, y solo nos ayudan 2 ó tres.

Percepción de la juventud

La mayoría de la juventud en paro y todo el día sin hacer nada.

Origen de la gente joven en general

El 99 % de la gente joven son hijos de gente de aquí.

Problemas derivados de la edad avanzada para la participación

Han pedido un ascensor porque la gente más mayor no puede subir las escaleras.

Necesidad del parque público de vivienda

Claro que hace falta parque público de vivienda.

Participación del vecindario

Depende del tema que toques. Si le tocas al bolsillo sí, para informarse posiblemente no, para comer o festejar sí.

Gestión de los jardines

Cada bloque se organiza. Antes lo hacían los propios vecinos, ahora tienen a gente que lo hace por una pequeña retribución económica. Las personas son Manolo Valle y el Pilolo.

Elevadas facturas de agua debido a la presencia continua de personas no empadronadas.

Yo tengo una tarifa alta porque figuramos yo y mi mujer, pero eso no es verdad. Estamos empadronados dos, pero hay día que somos 7 en realidad.

Problema percibidos derivados de la linea de alta tensión

Por cada persona que muere en la parte que no da a la vía, se mueren 4 de la zona que da a la vida.

PACO

Desatención institucional

Pero sea el que sea.

Existencia de otros colectivos en el barrio

Ojalá

Problemas derivados del cambio de viviendas en alquiler a venta de las viviendas

Aquí hay problemas derivados de que esto eran viviendas en alquiler y se pudieron a la venta. Enrique lo va a contar.

Situación socioeconómica

Hay personas que cobran solo la pensión no contributiva, y el IBI les supone la mayor parte de la paga.

Hay mucho paro, hay muchas viudas y hay personas que no tiene ni para comer.

Aquí el problema que hay es que económicamente no hay dinero.

Aunque hay personas que tienen hasta tres casas,, aunque estas casas eran para personas no pudientes.

Edad media

Este es un barrio que hay muchas personas mayores.

Relación con la juventud.

Nada

Origen de la gente joven en general

Son hijos de la gente que vivía en el barrio.

Participación del vecindario en general

Cuando damos una cena o se organiza la fiesta.

No hay quien participe para organizar nada.

A las asambleas cada vez viene menos gente.

Problemas derivados de la edad avanzada para la participación

Han pedido un ascensor porque la gente más mayor no puede subir las escaleras.

Situación de las instalaciones de agua

Instalación de contadores individuales, la única agua comunitaria que se gasta es para la limpieza del bloque (y en algunos casos para el riego de jardines)

Elavadas facturas de agua debido a la presencia continua de personas no empadronadas.

Mi padre lleva muerto 4 ó 5 años, y paga treinta y tantos euros.

Problema percibidos derivados de la linea de alta tensión

Yo estoy operado de cáncer de colon, y doy pa la vía.

MANOLO

Temas generales relacionados con el agua

Hay varios pozos, uno que pagaron los vecinos.

Desatención institucional.

No dejan de venir, pero para nada. Hay un montón de cosas denunciadas y para nada, vienen a hacerse la foto.

Existencia de otros colectivos en el barrio

No

Problemas derivados del cambio de viviendas en alquiler a venta de las viviendas

En mi bloque somos los alquilados los que tomamos la decisión en el bloque.

Los propietarios no bajan, son más apático.

Problemas con el I.B.I

Hubo una persona que nos venido la moto.

Elevadas facturas de agua debido a la presencia continua de personas no empadronadas.

He pagado facturas muy altas últimamente (Enrique le aclara el por qué)

APÉNDICE 3. SÍNTESIS DE ENTREVISTAS INDIVIDUALES

SÍNTESIS ENTREVISTAS INDIVIDUALES

ENTREVISTA ILDEFONSO bloque 15

% de propietarios e inquilinos

Solo hay 7 propietarios.

Toma de decisiones

Participan todos

Atascos

Tienen contratada una empresa de mantenimiento que viene cada 3 meses.

Parques traseros

Comentan que eran todo de albero, y que lo cambiaron sin consultarles.

ENTREVISTA: LOLA – 04/06/2014 BLOQUE 7

Viene del Cerro. Cuando explotó polvorín estaba su casa al lado.

Después al matadero, luego la Colza

52 años casada

Tiene chico (abogado y policía) su chica (empresariales) los dos han ido a la Uni

Pozos y gestión de espacios públicos

Lo pagaron entre todos los vecinos de varios bloques. Del pozo del bloque 1 se riega el parque.

% De inquilinos y propietarios

Hay mas propietarios que inquilinos. Propietarios 16 y 12 inquilinos más o menos

28 casas todas ocupadas.

Sistema de toma de decisiones, problemas derivados de la diferencia entre inquilinos y propietarios.

En su bloque no hay problemas deciden entre todos.

28 vecinos muy diversos con casas maravillosas aunque el barrio no iba a ser en principio para ellxs. En ese bloque hay buenas relaciones.

En las reuniones de comunidad participa todo el mundo, tanto inquilinos como propietarios.

Hay gente que oculta que ha comprado el piso. Hay presidente de bloque que va turnándose cada 6 meses. Presidencia tiene todas las llaves y da la cara por el bloque si ocurre algo.

El presidente no toma las decisiones, hay reunión general siempre con el **administrador** de todo el mundo.

Administrador

Tienen

Administrador manda todos los gastos todos los meses. Este parece cortar el bacalao bastante. Es quien convoca las reuniones generales de vecinos

El presidente no vive allí dice, pero luego se confunde con el administrador, entonces parece que es el administrador el que no vive allí

Infraestructuras asociadas al agua.

Los **contadores individuales** se pusieron, aunque duda un rato, dice que hace 6 o 7 años. Una señora con 7 hijos mucha gente en la casa y consumían mucho lo que aumentaba el consumo del bloque cuando no había contadores individuales.

Hubo una asamblea y se cambiaron con subvención "mu buena". El administrador es quien corta el bacalao. Se pidió crédito al banco para los ascensores y los contadores.

Se cambió el **grupo de presión** también y mejoró la presión del bloque entero, después de que se cambiaran los contadores. Hace 5 años se cambió porque había problemas…no especificados…

Atascos

Todos los meses hay **una revisión de los atascos**. No hay muchos atascos dice, la revisión es periódica.

No hay problemas de malos olores, solo cuando muy de vez en cuando hay atasco.

Segregación social respecto a origen

Habla de que en otros bloques hay más problemas. **Los de la Colza se llevan mejor** .En la zona de Enrique la cosa no funciona entre los vecinos. Han quemado los ascensores…

Situación socioeconómica

Hay mucha gente que vive de la pensión no contributiva en toda la barriada.

Envejecimiento de la población o población envejecida

La gente que se muere, porque la media de edad es alta. **Los pisos no se heredan** directamente, deben estar los hijos 2 años al menos empadronados, pero no lo deja muy claro. Cuando un piso se queda solo pasa a manos de **AVRA** y parece ser **que las monjas son las que compran** en cuantito se enteran del asunto. Con las monjas cuecen habas…las tiene un odio mortal cuando hablan mal a la gente.

Sensaciones y percepciones

La entrevista le gusta, esta cómoda. No la ve larga, la ve positiva.

Se le cuenta el tema de los carteles para buscar apoyo de la asociación de vecinxs. Le parece todo fenomenal, está encantada. Si se hace comida de balde la gente lee los carteles. Es escéptica con respecto a que la gente lea los carteles. Propone el portal para poner los carteles. Le llama la atención el cartel y los mensajes. Aunque dice que la gente solo presta atención cuando se le regala algo…

ENTREVISTA ENRIQUE. Bloque 29

Desatención institucional

Tiene los últimos planos de la barriada, la última pavimentación fue hace 16 ó 16 años. Des entonces no se hizo nada más.

Los parterres los pusieron ellos, los vecinos insistieron en que se pusieran vayas.

Elavadas facturas de agua debido a la presencia continua de personas no empadronadas.

Vuelve a hacer hincapié en este asunto.

Infraestructuras tuberías

Comentan que están al aire y que el agua sale caliente.

Problemas derivados del cambio de viviendas en alquiler a venta de las viviendas

Son los propietarios quienes toman las decisiones.

ENTREVISTA A MANOLO. 10/06/2047 Bloque 21

Actos de vandalismo o mal uso de las instalaciones públicas.

Tocan ahí en las maquinarias, y lo disparatan – viene hablando de los aspersores-

Gestión de riego

Los periquitos en invierno lo cortan. No sé en qué mes cortan, pero se riegan con el agua que cae.

Titularidad de los parques cercanos a los bloques.

Esos parques son de la barriada.

Porcentaje de inquilinos y propietarios

Creo que son 12, 13 los comprados, de 28… (aprox el 50%).

Sistema de toma de decisiones, problemas derivados de la diferencia entre inquilinos y propietarios.

Pues antes venía el señor este de EPSA o de AVRA y dejó de venir. Quizás sea el único bloque en el que yo que soy alquilado tengo voto.

El que no tiene voto es el dueño o el inquilino que tanga deudas pendientes.

Tenemos administrador de fincas.

No tenemos todos el mismo administrador de fincas.

Problemas de atascos.

1 o dos al año.

Problemas de malos olores

Cuando hay atascos nada más.

El bloque está rodeado de arquetas de calles, y esto el olor lo da…

Que por cierto esta la tienen que quitar y ponerla nueva.

Hay tuberías en malas condiciones

ENTREVISTA A MARÍA, BLOQUE 3. 17/06/2014

Necesidad de implicación de otros colectivos

Hace falta que gente más joven se impliquen, impulsen…hace falta gente más joven que se mueva.

Porcentaje de inquilinos y propietarios

Mitad y mitad, creo yo.

Sistema de toma de decisiones, problemas derivados de la diferencia entre inquilinos y propietarios.

El presidente expone, y luego decidimos todos, da igual que sea alquilado o propietario.

Problemas de atascos

Cada mes aproximadamente vienen, y soluciona- una empresa a la que tienen contratada- cada mes o cada dos o tres meses.

Se atascan porque hay niños chicos y echan toallitas.

Gestión de los jardines

Los jardines nuestros las vecinas lo hacen.

Gestión del agua

Sacan el agua de un pozo que pagaron entre varios bloques.

Existencia de otros colectivos activos en el barrio.

No, no hay más grupos

ENTREVISTA A MARI, BLOQUE 23.

Necesidad de implicación de otros colectivos

Que somos muy mayores, y hace falta que nos ayuden

Porcentaje de inquilinos y propietarios

Creo que hay más alquilado que inquilinos

Sistema de toma de decisiones, problemas derivados de la diferencia entre inquilinos y propietarios.

Todo el mundo tiene voz y voto, da igual que esté arrendado o que sea propietario.

Problemas de atascos

Al nuestro vienen cada tres meses.

Gestión de los jardines

Un vecino de otro bloque se le paga, y viene y da un limpiadito.

Gestión del agua para los jardines

Los riega con agua de los bloques.

Percepción de la juventud

Bueno, pasan muchas cosas malas, y de gamberros que hacen cosas …y rompen cristales.

Situación socioeconómica

Hay mucha gente sola, muchas personas mayores, que son viudas y viven solas, y cobran lo mínimo.

Hay familia que están paradas también todos…. Menos mal que la cruz roja nos ayuda, y…

Existencia de otros colectivos activos en el barrio.

No, la asociación de la copla, esa ya no está… es una asociación cultural… lo tienen como un bar, que no….

Luego está la peña bética que está ahí en la vía,….

El 90% son personas mayores…

ENTREVISTA A VICTORIA Y JOSÉ.

Limpieza y baldeo

Baldean ellos,

Gestión jardines

Lo cuidan ellos, el agua sale del bloque.

Desatención institucional

Se quejan de que el ayuntamiento pasa una vez a la semana.

Tanque de tormenta

Opinión favorable, principalmente porque les han prometido aparcamientos y zonas verdes.

Respecto al descampado de al lado del colegio de primaria

Podría ir una zona verde, que hay pocas.

ENTREVISTA AL DIRECTOR DEL CEEIP BALTASAR DEALCÁZAR. BARRIADA DE LAS HUERTAS.

Procedencia de las niñas y niños.

La mayoría son de las huertas.

Relación de las niñas y niños con el espacio.

Se relacionan bastante con el espacio, en parques, campos de futbol, etc…

Relaciones entre el vecindario

Yo veo esto como un pueblecito, la gente se conoce toda, hay buena relación entre ellos. Es un sitio que está aislado, por la vía, por… se sientes identificados con el barrio.

Nº de niñas y niños.

Hay 106 niñas y niños. (Infantil y primaria). Después pasan a s. pablo o el Joaquín turina.

Procedencia. Relacionado con mayores tarifas de agua.

Normalmente son hijos de los primeros vecinos que llegaron que llegaron. Incluso hay algunos que no viven aquí, sino que vienen aquí y los abuelos se encargan.

Incluso hay familias que se fueron fuera pero con la crisis han tenido que volver a vivir a casa de los padres o la barriada.

Sensibilización con temas de agua.

Yo creo que sí, de echo este año se ha empezado con el huerto escolar y los chavales están bastante sensibilizados ¡con el tema.

Gestión de agua

Los niños no derrochan agua, el riego del huerto se hace con cubos para gastar menos agua, etc…

Situación socioeconómica

Nivel medio bajo. Con padres en paro, y algunos con puestos de responsabilidad en empresas.

Principales problemas de la barriada.

Falta de infraestructura aunque hay, pero más espacio para los niños. Muchos niños usan el campo de fútbol del cole, saltándose por la tarde… falta de dotación.

Problemas con las inundaciones

Se inunda todos los años, pero no dificulta el acceso al cole de los chavales.

Maleza al lado del colegio de infantil

Es un foco de ratas, y de… se podría limpiar perfectamente. Se podría arreglar para uso común de los chavales.

Cortes de agua

No

Malos olores, atascos

Si, y tascos los propios que se pueden integrar cuando los niños tiran los papeles.

Participación de los padres y madres

Ha habido renovación del AMPA y se ha activado bastante, organizando talleres, el huerto escolar, se implican bastante…

Mejoras propuestas

Mejoras en sí de los edificios escolares. Pero no hay problemas en los edificios escolares asociados a las instalaciones de agua.

Patios sin un árbol, ni techado, especialmente calurosos.

La incorporación de zonas vegetales lo veríamos como algo muy positivo.

APÉNDICE 4. SÍNTESIS DE LA DERIVA VECINAL

SÍNTESIS DERIVA VECINAL

Visita barriada Las Huertas

2000-2500 vecinxs y 600 viviendas.

27/05/2014

Barrera verde

Insuficiente de separación con alta tensión del tren a 150 mts. Poco cuidada. Ayto no cumplió su promesa. Las viviendas estaban antes que las vías. Más alta mortalidad en el lado de viviendas de las vías que del otro.

Abandono de la barriada por el Ayto. Barriada marginal.

Limpian 1 vez cada 15 dias, baldean la avenida.

Pavimentos levantados en la zona trasera de las viviendas.

Colegio de primaria

Alcazar II rodeado de maleza. Peligro de incendio en los terrenos colindantes municipales.

Alcantarillado

90% hundido en el subsuelo. Las tuberías de desagüe han cedido y fugan, vertiendo en charcos subterráneos que huelen.

Instalaciones domesticas privadas de agua

Son nuevas de hace 5 años.

COLIMA

Viene a desatascar cada 15 días en las viviendas más al norte. Arquetas de salida y del interior de los bloques. Roban placas de las arquetas.

Relacionado con la segregación espacial en función del origen del vecindario

En el otro extremo el vecindario (núcleo 1 y 2) está más unido y más organizado, no hay tantos problemas de arquetas. Cuidan más el vecindario y zonas comunes. Se mantiene convivencia más cercana. Más conciencia cívica de lo común. Parece ser que ya convivían juntxs antes de llegar al barrio.

Tuberías de hace 35 años de fibrocemento que favorecen los atascos. Los desagües de cubierta los cuida la comunidad.

Con agua de consumo no hay tanto problema como con el alcantarillado

Percepción de la juventud

Juventud marginada

Deambula por el barrio. Poca utilización de las zonas comunes y los bajos de los edificios. Poco compromiso de la juventud con el barrio denunciada por los mayores.

Tanque de tormenta

Previsto bajo campos de futbol. Paralizado, EMASESA presentaron proyecto hace 4 años. El vecindario parece que lo ve con buenos ojos. Los cimientos no afectados porque están lejos.

Instalaciones deportivas se critica que no las utiliza la gente del barrio si no inmigrantes sobre todo, lo que genera malestar. IMD lo tiene abandonado.

Problemas de charcos

En salida-entrada a Kansas City, cada vez que llueve.

Historia:

Antes del 79 era la Huerta San Matías. Las viviendas eran para las fuerzas del orden y luego realojaron a gente de diversas barriadas. ¿Por qué del abandono del ayto?

Problemas con el acerado

Arboles alrededor del campo de futbol son muy grandes y sus **raíces revientan las tuberías** de riego que pasan por debajo, generando fugas. La tubería de riego publico pasa paralela a los campos de futbol. Hay parches en el suelo que evidencian rotura de tuberías.

Gestión del agua de riego.

Los jardines comunitarios de los bloques son regados con el agua de la comunidad. Se van turnando el riego entre los bloques. Algunos bloques tienen una persona que cuida el jardín, remunerada (Manolo en bloque 1 y 2). Cada bloque decide qué tipo de plantas pone en su jardín. En los jardines comunitarios de los bloques los pomelos se reparten entre lxs vecinxs.

La asociación de vecinos comprende 350 familias de las 600 totales de la barriada.

Gestión de parques públicos relacionados con el grado participativo respecto a la barriada

Los parques públicos: El parque central (Parque Paco Pastor) y otros 2 al lado de la avenida salen de **los presupuestos participativos** y su diseño también fue participativo**. Victoria vecinal**. Antes estos parques los cuidaban los vecinos, ahora lo lleva el ayto y se quejan de abandono. Estos parques del ayto. se riegan todos los días del año por la noche, el central por aspersores automáticos. LIPASAM coge agua de un pozo. La iglesia les quitó 1500 metros de la parcela donde está el parque central (el PSOE no el PP, resalta Enrique). Antes había más solidaridad entre los barrios a través de los pptos participativos, que se ha perdido ahora. Organizan fiestas vecinales en los parques públicos además de las **asambleas de vecinos**. Se les pregunta sobre el albero de los parques pero no opinan. Cada 1-2 meses vienen a arreglar y cuidar el parque. Fitonovo es subsidiaria del ayto que cuida los parques públicos. Solo 1 de los parques públicos tiene una fuente de agua para beber, que también fue reclamada por lxs vecinxs. Había históricamente una fuente pública en el barrio que eliminaron tras petición de los

vecinos porque personas con drogodependencia la utilizaban para lavar las jeringuillas. Después consiguieron la fuente que existe hoy dia tras reclamarla.

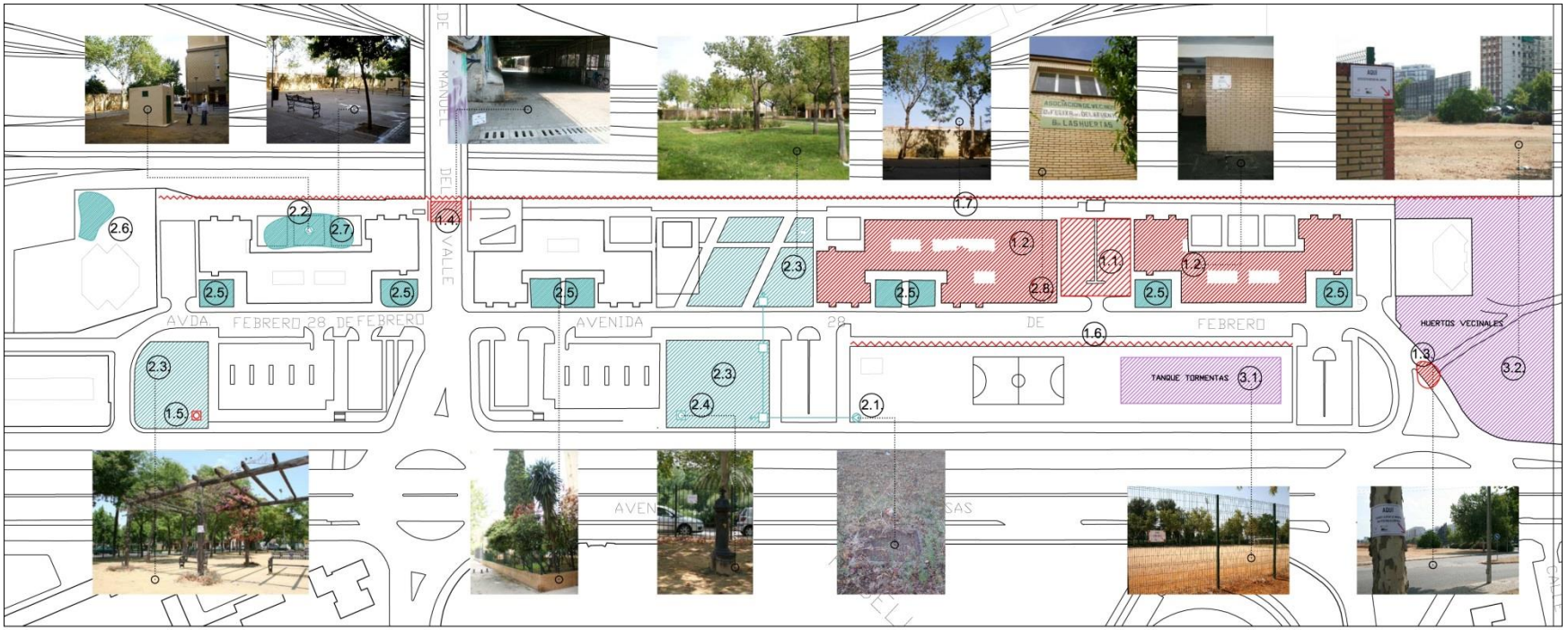
Infraestructuras del agua.

Bocas de riego con tapón especial para que no se puedan utilizar, porque antes se utilizaban para baldear.

Descripción de las líneas de riego diversas que salen del pozo del IMD y que luego son utilizadas para regar los 3 parques públicos de la barriada.

Cuentan problemas con la **facturación de EMASESA** debido a que en cada vivienda hace vida más gente de la empadronada. El consumo de agua aparece inflado porque el consumo es muy elevado con respecto a la ocupación declarada de la vivienda. ELEVADAS FACTURAS POR DIFERENCIAS PERSOANS EMPADRONADAS-PERSONAS CONSUMEN AGUA

Los **bajos del puente** tienen una canaleta de desagüe que está atascada y llena de obstáculos. Hay muchas ratas en los bajos del puente. No está iluminada por la noche.



ELEMENTOS DESTACADOS

1. PROBLEMAS PERCIBIDOS

1.1. Pavimento de la zona de aparcamiento en mal estado.
1.2. Hay un forjado sanitario (o semi-sótano) con red colgada que está en malas condiciones (parece que es de fibrocemento, está descolgada, muy antigua, y por tanto partida en algunas zonas). Colima viene con diferentes frecuencias a los bloques. Se producen malos olores.
1.3. Encharcamiento cuando hay grandes lluvias por mal diseño de pendientes en la calzada.
1.4. La zona de debajo del puente, además de estar poco iluminada y ser peligrosa, se inunda con facilidad y hay muchas ratas, provenientes de las vias.
1.5. Hace falta una fuente para beber en ese parque.
1.6. Hay muchos desperfectos y parches en la acera. Los árboles la levantan y parece que a veces rompen una tubería de riego que podría transcurrir por ahí, aunque no aparece en los planos.
Cables del AVE: los residentes los perciben como un peligro para su salud. Tienen la sensación de que hay más personas de la media que sufren de cáncer, con especial incidencia en los vecinos que viven en viviendas que dan hacia la vía.

2. ELEMENTOS VALORADOS POSITIVAMENTE

2.1. Pozo realizado por el ayuntamiento y gestionado por la empresa concesionaria del mantenimiento de las zonas libres (Fitonovo). Lo usan para riego. El parque central tiene riego automático todos los días, los parques infantiles no está claro.
2.2. Pozo realizado por el ayuntamiento, pero gestionado por los vecinos, para riego de jardines del Núcleo 1.
2.3. Parques públicos conseguidos por los vecinos a través de presupuestos participativos. Se valora como un logro vecinal y los ve bien en general. Los abren y cierran ellos, aunque ya es Fitonovo quien los mantiene. Vienen un par de veces al mes.
2.4. Fuente para beber en parque público.
2.5. Jardines cuidados por los vecinos o jardineros a los que remuneran (a veces un vecino). Excepto el núcleo 1, el resto riegan con agua potable de los bloques con la que llenan bidones.
2.6. En el colegio está comenzando un proyecto de Huertas Escolares.
2.7. Limpian y baldean las vecinas.
2.8. AAVV Félix Rodríguez de la Fuente

3. ELEMENTOS PREVISTOS O DESEADO

3.1. Tanque de Tormentas: hay un proyecto de ConfederaciónHidrográfica del Guadalquivir en colaboración con EMASESA
3.2. Hay un vacío de propiedad pública que suele llenarse de basuras, jaramagos, etc. Los vecinos piensan que podría ser una buena zona para un espacio verde.

DERIVA VECINAL: DIAGNÓSTICO
CASO DE ESTUDIO: BARRIADA LAS HUERTAS
PROYECTO AQUA-RIBA
E:1/2500 JUL2014
07

Plano del mapeo de los elementos más significativos relacionados con el ciclo urbano del agua extraído a partir de la deriva vecinal.

APÉNDICE 5. SÍNTESIS DE LA MERIENDA DEBATE

NOTAS SESIÓN DE DEBATE.

Asistieron 13 vecinas y vecinos, y 7 personas del equipo.

Iniciamos la sesión con una merienda, donde las personas participantes fueron expresando sus opiniones alrededor de los aspectos positivos y negativos de la barriada. Los principales argumentos fueron:

ME GUSTA VIVR EN LAS HUERTAS...

- Convivencia. La gente. Amistades: son las relaciones personales lo que más se valora en la barriada, pues muchas personas llevan tiempo conviviendo juntas debido a que fueron alojadas desde la Corza.
- Los pisos son envidiosos. "La barriada de las locas": las características de las propias viviendas, su distribución y amplitud. Se dice que mucha gente "está loca" con su piso, de ahí el comentario en broma.
- El lugar donde está situada: la ubicación es otro de los aspectos a destacar.
- La lucha en los años 79/80 mejores viviendas: debido al perfil de personas que asistieron -mayores de 60 y con responsabilidad en la AAVV- se defiende la lucha de las personas del barrio por conseguir unas viviendas sociales de calidad.
- Servicio de autobuses: junto con la ubicación, se valora de forma positiva el servicio de transporte público.

ME PREOCUPA O ME GUSTARÍA MEJORAR...

- La no participación de vecinos/as. Concienciar del papel de la asociación de vecinos: la participación y apoyo del vecindario a las asociación de vecinos/as es una de las principales necesidades de sus componentes, como también se Que vengan a apoyar.
- La pavimentación. Barriada sucia -con ratas como gatos-: existe una percepción de que la barriada tiene poco cuidado en general, con reparto de responsabilidades entre las propias personas de la vecindad, pero sobre todo del Ayuntamiento.
- Maltrato y marginación por parte del ayuntamiento. Distrito: este es un aspecto común en las personas participantes, la mala valoración del papel del Ayuntamiento, la sensación de que no se escucha y atienden las problemáticas de la barriada.
- Seguridad: incremento en los últimos tiempos de la inseguridad.
- Mayor convivencia más allá del bloque. Lugares de juego seguro: a pesar de que la convivencia es uno de los aspectos mejor valorados de la barriada, se pone énfasis en la mejora de las relaciones y sobre todo en conflictos de convivencia en el uso del espacio común.
- Darle utilidad al pozo de la iglesia para regar.

Posteriormente procedieron a trabajar por parejas priorizando principales problemas relacionados con el agua los que salieron:

Problemas con la calidad del agua, malos olores y sabores. (todas las parejas lo propusieron)

Falta de zonas verdes seguras.

Desconocimiento del agua que consumen.

Instalaciones de las tuberías.

Se necesitan más puntos de riego para jardines, ni para limpieza.

Problemas con los calderines y grupos motores.

En la posterior puesta en común aparecen dos nuevos aspectos que preocupan a la vecindad y donde se tienen abiertas diferentes líneas de trabajo: el pago del IBI por parte de inquilinos de las viviendas y la prevalencia de muertes por cáncer debido -según versión de vecinos- a las vías del tren.

En relación con el agua, aparecen de forma muy mayoritaria "La calidad del agua" junto con:

- Puntos de cogida para riego.
- Conducciones. Tuberías viejas, limpieza de los depósitos.
- Vigilancia.

En el debate posterior, se define de forma muy clara los consumos como un aspecto relevante y de interés para las personas participantes.

ALGUNOS COMENTARIOS DESDE LA ÓPTICA DE PARTICIPACIÓN.

El diálogo mantenido da pistas sobre las necesidades y percepción por parte de los vecinos de su propia realidad. Asoma un fuerte centro de interés que gravita alrededor de la salud, mostrándose inquietudes al respecto que pueden ser interesantes de cara a las devoluciones ¿Quieres saber si bebes agua de calidad? ¿Existen diferencias entre los bloques? Pueden ser dos preguntas generadoras, que convoquen a un número considerable de personas.

Otro centro de interés manifiesto es el coste del agua, su consumo y las formas necesarias para poder tener una gestión más eficiente. Posibles alternativas en este sentido, pueden ser muy bien acogidas y generar, despertar, interés en la población ¿Pagas mucha factura de agua? ¿Qué podemos hacer para ahorrar agua y dinero?

Las posibilidades de implementar soluciones a la gestión del agua, están íntimamente relacionadas a la capacidad de generar comunidad, de llegar a acuerdos entre vecinos/as y el clima de convivencia. Será preciso clasificar las diferentes alternativas en función a los niveles de complejidad para alcanzar consensos que las hagan viables. Si una propuesta requiere la unanimidad de un bloque, es más compleja que una medida a desarrollar en cada vivienda, por ello sería interesante definir propuestas en escala: personal, vivienda, bloque, barriada.

APÉNDICE 6. MATRIZ TOTAL UNIDADES DE INFORMACIÓN SIGNIFICATIVAS

APÉNDICE 6. MATRIZ TOTAL UNIDADES DE INFORMACIÓN

Ideas/ fuente	EG					EI								DV	MD
	I	L	E	P	M l	I	L	E	M1	M2	M3	VYJ	D		
Hurtos de elementos, mal uso de periquitos, etc															
Segregación social en la barriada															
Peor gestión zona final														Descrip. Zona norte	
Mejor gestión alcanta. y EP zona inicial.														Técnica y scoail	
Mejor estructurada Colza															
Valoración de la calidad de las viviendas															
Percepción de inactividad en la juventud														No se implica	
Gestión de los bajos de los bloques a cargo de las vecinas															
Elevadas facturas debidos a la diferencia censo-nº de personas que consumen													Ex.		
Desatención institucional								Planos							Ayto
Existencia de otros colectivos en el barrio			PB										AMPA		
No existencia de otros colectivos en el barrio															
Apatía o falta de pxón de la juventud															
Necesidad de que la gente joven se incorpore															
Percepción positiva															

	tanque de tormenta															
	Problemas derivados de la existencia de propietarios e inquilinos															
	Problemas con el IBI															
	Relación inquilinos/ propietarios			50%			30 % P	60% P	50 %		50 %	40 %P				
	Equipamientos públicos			2												
	Situación laboral de la juventud			Paro											paro	
	Origen de la gente joven			Barriada	Barriada											
	Origen niñas y niños cole															
	Problemas derivados de la avanzada edad para la pxon			Ascensor	Ascensor											
	Considera necesario parque público de vivienda															
	Participación del vecindario			Escasa e interesada	Escasa e interesada			Escasa e interesada								Escasa e interesada
	Gestión de los jardines			Antes lo hacían los vecinos, ahora externalizan							Vecinas	Persona externa	Vecinas			
	Problemas percibidos derivados de la línea de alta tensión															
	Situación socioeconómica				Paro, viudedad, pobreza			Pobreza				Pobreza Mucha gente sola paro		Medio bajo. Paro, retorno al barrio		Pobreza
	Edad media				Mayores			Mayores				Mayor				Mayores
	Contadores			Ind.	Ind.			Ind.							Ind. Hace	

															5 años	
	Infraestructuras relacionadas con el agua	Varios pozos				Varios pozos										
	Toma de decisiones en el bloque			Propietarios			Todos	Todos	Todos		Todos	Todos			Zona norte mas	
	Frecuencia atascos						Cada 3 meses	No sabe	1 /2 año		Cada meso 3 meses	Cada 3 meses				
	Empresa contratada						Cada 3 meses	Todos los meses			Todos meses	Cada tres meses			Cada 15 días. Norte	
	Parques traseros						Albero y cambio sin consulta									
	Pozos financiación						vecinos									
	Riego de espacios públicos						pozo				pozo		Del bloque			
	Administrador de fincas						Si									
	Malos olores							Solo atascos	Solo atascos					Solo atascos	Por alcant. Hundido ZF	Sabor y olor
	Acceso herederos a los pisos							Tras dos años padron								
	Parterres								Los pusieron ellos							
	Tuberías								Al aire se calientan	Hay en malas condiciones					ZF han cedido y fuganMO.	
	Gestión de riego									Invierno lo quitan		Baldean ellos zonas comunes				
	Titularidad de los parques									De la barriada		Hay pocas				

	Zonas verdes													pocas	pocas	pocas
	Buenas relaciones en el vecindario. Se conocen															
	Falta equipamientos para niñas y niños															
	Problemas inundaciones													Se inunda no problema	ZF ZI ratas	
	Solar al lado del cole Malezas, ratas, etc														Peligro inc.	
	Cortes de agua							No	No					No		
	Necesidad De ampliar arbolado y zonas verdes													Patio sin árboles, y zonas verdes en general	Pared	
	Pavimentos levantados zonas traseras															
	Limpieza ayuntamiento												Cada 15 días		Cada 15 días	poco
	Alcantarillado														Hundido	Hudido
	Gestión comunitarias												Jardines		Desagües de cubierta. Jardines. Decisión vegetación,	
	Problemas con el agua de consumo														No tanto como alc.	Mala calidad
	Inst. deportivas												Ut. Por migrantes		Inf.ut. IMD abandono	
	Raíces revientatuberías															
	Victorias														Parq	

	vecinales														ues inf. PP	
	Faltas fuentes en parques															
	Bocas de riego															
	Mala calidad del agua de beber															
	Necesidad poner mas puntos de salida de riego															
	Limpieza insuficiente															
	Agua turbia y con mal olor															A veces
	Tuberías al descubierto															

AQUA-RIBA

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

CASO DE ESTUDIO: BARRIADA DE "LAS HUERTAS". SEVILLA.

ANEXO 6.5.

AJUSTES TÉCNICOS Y ANÁLISIS DE VIABILIDAD DE PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

Equipo AQUA-RIBA

Sevilla, Marzo 2015

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

PROPUESTA Nº1: IMPLANTACIÓN DE DISPOSITIVOS DE AHORRO EN NÚCLEOS HÚMEDOS

Marzo 2015

1. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

OBJETIVO.- La presente propuesta persigue **reducir el uso innecesario de agua y su desperdicio mediante la reducción de los caudales de consumo con el uso de dispositivos especiales en los núcleos húmedos** de las viviendas de la barriada de Las Huertas.

POSIBILIDADES DE IMPLANTACIÓN.-La **alta viabilidad** de esta propuesta se basa en que **se puede desarrollar a nivel de VIVIENDA**, es decir, que son medidas que pueden ser llevadas a cabo por los usuarios independientemente de las actuaciones del resto de los vecinos del edificio. Esta gran ventaja, junto con su **relativo bajo coste**, permite su implantación **en cualquier momento**, **sin esfuerzo** y **sin pérdida de confort**.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.-

A1- DISPOSITIVOS PARA GRIFOS Y ROCIADORES

Son **mecanismos que se colocan en grifos** de fregaderos, pilas, lavabos, bidés y/o bañeras **o en rociadores de ducha ya existentes**. Son, **por lo tanto, elementos "adicionales"** a la grifería en sí. por lo que son **ideales para casos de "rehabilitación arquitectónica"** como el presente. Su simplicidad de colocación y su coste muy reducido son las razones por las que son los dispositivos cuyo uso está más extendido.

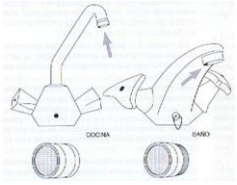


Fig. 1. Detalle de dispositivo ahorrador en grifos

A2- GRIFERÍAS HIDROEFICIENTES

Han sido **concebidas para conseguir una reducción en el consumo** de agua en fregaderos, pilas, lavabos, bidés, bañeras y duchas **en distintos momentos del servicio** y **sustituirían a los preexistentes.** Es una solución algo más cara que la anterior pero su coste sigue siendo relativamente bajo.

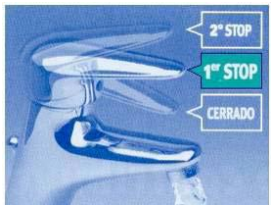






Fig. 2. Ejemplos de griferías hidroeficientes: monomando de 2 fases, de apertura en frío y termostática.

A3- INODOROS HIDROEFICIENTES

Además de la posible sustitución del aparato preexistente por otro que aproveche al máximo la descarga, se pueden **sustituir sólo una parte de ellos** y también **existen algunos sistemas "adicionales" compatibles con aparatos ya existentes**.



Fig. 3. Ejemplo de taza con diseño optimizado.

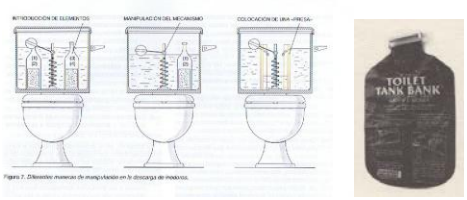


Fig. 4. Ejemplos de sistemas adicionales en inodoros: por desplazamiento, de descarga interrumpible o de doble pulsador.

A4- ELECTRODOMÉSTICOS DE BAJO CONSUMO HÍDRICO

Se trata de determinados electrodomésticos como lavadoras, lavaplatos/lavavajillas e incluso algunos aparatos usados en el acondicionamiento térmico de los espacios (climatizadores,…), que **incorporan sistemas que, además de un importante ahorro de energía, consiguen ahorro de agua**.



Fig. 5. Ejemplos de lavadora y lavavajillas eficientes desde el punto de vista hídrico.

<u>REQUERIMIENTOS DE LA PROPUESTA.-</u>

Hemos realizado dos supuestos para la incorporación de dispositivos de ahorro de agua:

1. Intervención MÍNIMA- adición de dispositivos. Consiste en añadir aireadores en todos los grifos, un reductor de caudal en la ducha y un sistema de desplazamiento (botella) en la cisterna.
2. Intervención MÁXIMA – sustitución de elementos. Consistente en sustituir los grifos mezcladores por monomandos de dos fases, poner grifos termostácticos en bañeras y sustituir la cisternas grandes (9l) por cisternas pequeñas (4,5 l).

En cada caso se tendrá en consideración las posibilidades de implantación de cada dispositivo, en función al diagnóstico realizado en la primera fase del trabajo.

REQUERIMIENTS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS

Estas medidas **no necesitan ningún espacio adicional para su implantación**, lo cual las hace mucho más económicas y viables.

Constructivamente, los dispositivos son **elementos relativamente sencillos y su colocación también lo es**, **aunque** hay pequeñas **diferencias en función de diferentes niveles de intervención**. La implantación de **sistemas adicionales** -que se colocan en aparatos ya existentes- **suponen operaciones de implantación que pueden ser realizadas por el propio usuario**, mientras que en aquellos casos en los que se produce la **sustitución** de algún elemento del aparato -o de la totalidad, lo cual no se ha planteado en esta propuesta por no aumentar mucho los costes de intervención inicial - ésta **puede ser realizada por el usuario sólo si tiene un mínimo de conocimientos de fontanería y por ello, en la mayoría de los casos, suele encargarse**, por un módico precio, a personal especializado.

REQUERIMIENTOS ECONÓMICOS

- COSTES DE INVERSIÓN INICIAL:

  En la siguiente tabla se recogen los precios de los dispositivos de ahorro seleccionados:

TIPO DE DISPOSITIVO	**PRECIO MERCADO (€)**
ADICIONALES GRIFERÍA	
- Aireadores y perlizadores	6,00
- Limitadores de caudal	2,70
SUSTITUCIÓN GRIFERÍA	
- Grifería monomando estándar	49,4// F:70,4
- Grifería monomando de apertura en dos fases - Grifería monomando con sistema de regulación de caudal - Grifería monomando de apertura en frío	67,55// F:89,8
- Grifería termostática	141,5
ADICIONALES DUCHAS	
- Atomizadores	6,00
- Reductor de caudal	2,70
SUSTITUCIÓN PIEZAS DUCHAS	
- Rociadores	24
ADICIONALES INODORO	
- Sistemas de desplazamiento (Ej. 2 litros)	2
- Sistemas de interrupción de la descarga	-
- Sistema de doble pulsador	137
SUSTITUCIÓN PIEZAS INODORO	
- Sustitución cisterna (12 litros por 6 litros)	60
SUSTITUCIÓN ELECTRODOMÉSTICOS	
- Lavadora eficiente (7 kg)	-
- Lavavajillas eficiente	-

NOTA: "F" se refiere a grifos para fregaderos

Tabla 1. Costes de dispositivos seleccionados (precios de mercado sin IVA incluido), en €. (*Fuente: Elaboración propia en base a diversas fuentes: *Inst. Valenciano de Edificación/**Zinnae (2013)/***Ministerio Agricultura, Alimentación y M.Ambiente. Progr. Hogares Verdes*)

El **coste de la propuesta a nivel de la vivienda,** considerando diferentes niveles de implantación según complejidad y coste, **variaría entre 40,70 y 495,70 €/vivienda**. Para el nivel mínimo se ha planteado la combinación más sencilla y barata usando dispositivos de tipo "adicional" (que se colocan en griferías,

duchas o inodoros ya existentes) y el valor máximo supone la sustitución de determinados componentes de los sanitarios (grifería de toda la vivienda o la cisterna de los inodoros para colocar una más pequeña).

Por último, se incorpora un estudio de los **costes si la solución se aplicase a la vez en un conjunto de viviendas que conformen un bloque, un núcleo o un barrio**, siempre teniendo en cuenta únicamente el porcentaje de viviendas que actualmente aún no disfrutan de este tipo de dispositivos.

COSTE INVERSIÓN POR BLOQUE-NÚCLEO-BARRIADA				
UNIDAD DE ESTUDIO	**NºVIV** (VIV)	**COSTE IMPLANTACIÓN EN UNIDAD SEGÚN % VIVIENDAS QUE NO LA HAN IMPLANTADO AÚN**		
			MINIMO	**MÁXIMO**
BLOQUE PB+10	40		343	9.385
BLOQUE PB+7	28		240	6.570
NÚCLEO DE 5	164		1.406	38.479
NÚCLEO DE 4	136		1.166	31.909
BARRIADA	600		**5.144**	**140.776**
COSTE INICIAL POR M3 DE AGUA AHORRADA		**(€/M3)**	**0,53**	**8,48**
PERIODO DE AMORTIZACIÓN		**(AÑOS)**	**0,17**	**2,77**

Tabla 2. Costes implantación en la barriada de Las Huertas *(Fuente: Elaboración propia)*

A partir de los datos expuestos, se calcula que la **inversión total en la barriada variaría entre 5.144 y 140.776 €**, según el alcance de las soluciones elegidas.

- COSTES DE USO Y MANTENIMIENTO

  En este caso, **no hay un mantenimiento específico** de los dispositivos que no sea el cuidado propio de cualquier instalación.

REQUERIMIENTOS DE ORGANIZACIÓN O GESTIÓN INICIAL

Como gran ventaja, al ser posible realizar esta propuesta a nivel de VIVIENDA, **no es necesario ningún consenso previo con el resto de los vecinos** de bloque, núcleo o barriada, para llevarse a cabo.
Por otro lado, al ser una operación realizada en el interior, no está sometida a las inclemencias del tiempo y puede llevarse **en cualquier época del año**.
El bajo coste también supone una facilidad a la hora de financiarla. Prácticamente, **todas las familias pueden ahorrar en poco tiempo el dinero necesario** para llevarla a cabo.

3. RESULTADOS ESPERADOS

REDUCCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA Y ENERGÍA.- En la siguiente tabla se recogen los datos de los posibles ahorros de agua (en % y l/p.dia relativos al caso concreto de Las Huertas) obtenidos con los dispositivos seleccionados para la presente propuesta**:**

TIPO DE DISPOSITIVO	AHORRO (%)	AHORRO (l/p.día)
ADICIONALES GRIFERÍA		
- Aireadores - Perlizadores	**40%**	**18,05 l/p.dia**
- Limitadores de caudal	**50%** (40-60% según presión)	**22,56 l/p.dia**
SUSTITUCIÓN GRIFERÍA		
- Grifería monomando estándar	**40%**	**18,05 l/p.dia**
- Grifería monomando no estándar o especial (de apertura en dos fases, con sistema de regulación de caudal o de apertura en frío)	**50%** (40-60% según presión en caso de apertura en dos fases)	**22,56 l/p.dia**
- Grifería termostática	**60%**	**27,07 l/p.dia**
ADICIONALES DUCHAS		
- Atomizadores - Reductor de caudal en duchas (limitadores de caudal estático o controladores de caudal en función de la	**40%** (40-50% reductor de caudal)	**9,41**-11,77 **l/p.dia**

presión)		
SUSTITUCIÓN PIEZAS DUCHAS		
- Rociadores de Chorro Pulsante, de Burbujas o de Masaje	**40**-50%	**9,41**-11,77 **l/p.dia**
ADICIONALES INODORO		
- Sistemas de desplazamiento (Ejemplo: 2 litros)	**16,60%**	**4,72 l/p.dia**
- Sistemas de interrupción de la descarga	**40%** (No real si no hay mentalización)	**11,36 l/p.dia**
- Sistema de doble pulsador	**60%** (Valor más real pues no hay que realizar la segunda pulsación)	**17,05 l/p.dia**
SUSTITUCIÓN PIEZAS INODORO		
- Sustitución cisterna (de 12 litros por 6 litros)	**50%**	**14,16 l/p.dia**
SUSTITUCIÓN ELECTRODOMÉSTICOS		
- Lavadora eficiente	15% (5 kg)¨¨ **25%** (7 kg)¨¨	1,6 l/p.dia (5 kg) **2,68 l/p.dia** (7 kg)
- Lavavajillas eficiente	**40%**-45%¨¨	**0,26 l/p.dia** -0,29 l/p.dia

Tabla 3. Ahorros medios de dispositivos seleccionados, en % y l/p.dia adaptados al consumo medio de 108,50 l/p.dia específico de la barriada Las Huertas (*Fuente: Elaboración propia en base a Fundación Ecología y Desarrollo (2002) excepto los marcados con ¨¨Ministerio Agricultura, Alimentación y M.Ambiente. Progr. Hogares Verdes*)

A partir de los anteriores datos de **ahorro de agua (en litros por persona y día)** obtenidos con cada uno de estos dispositivos, se ha calculado la cantidad de agua ahorrada con diferentes combinaciones de los mismos. Así, se ha considerado un valor mínimo usando únicamente dispositivos de tipo "adicional", más baratos y fáciles de colocar, y un valor máximo que supone una mayor inversión inicial al sustituir parte de los aparatos sanitarios.

Las horquillas de **ahorro de agua a nivel USUARIO y a nivel VIVIENDA** se presentan en la siguiente tabla:

AHORROS DE AGUA MÍNIMOS Y MÁXIMOS POR USUARIO Y VIVIENDA TIPO								
HABITANTES/ VIVIENDA TIPO	CONSUMO			VOLUMEN AHORRO DE AGUA		PORCENTAJE	OBSERVACIONES	
(p.viv)	(l/p.dia)					AHORRO		
2,65	108,50					%		
AHORRO DIARIO POR USUARIO		MINIMO CON ADICIONALES	(l/p.día)	**33,73**		**31,08**		
		MAXIMO CON SUSTITUCIONES	(l/p.día)	**50,91**		**46,92**		
AHORRO DIARIO POR VIVIENDA		MINIMO CON ADICIONALES	(l/viv.día)	**89,37**		**31,08**	*Valores calculados sin considerar la sustitución de los electrodomésticos	
		MAXIMO CON SUSTITUCIONES	(l/viv.día)	**134,91**		**46,92**		
AHORRO ANUAL POR VIVIENDA		MINIMO CON ADICIONALES	(m3/viv.año)	**32,62**		**31,08**		
		MAXIMO CON SUSTITUCIONES	(m3/viv.año)	**49,24**		**46,92**		
						39,00	**PORCENTAJEMEDIO AHORRO**	

Tabla 4. Ahorros de agua aproximados a nivel usuario y a nivel vivienda en la barriada de Las Huertas *(Fuente: Elaboración propia)*

Por lo tanto, con la presente propuesta los usuarios pueden ahorrar diariamente entre 33,73 y 50,91 l/p.día y **el ahorro en la vivienda tipo oscilaría entre 89,37 y 134,91 l/viv.día que supone al año entre 32,62 y 49,24 m3/viv.año**. Eso supone una reducción de la demanda de agua que **varía desde 31,08 hasta 46,74 %, siendo la media de 39%**.

Además, se incluye un cuadro donde se especifica el **ahorro de agua en viviendas en función del número de habitantes** para mostrar a los usuarios valores más ajustados a su situación real:

AHORRO DE AGUA EN VIVIENDAS SEGÚN EL NÚMERO DE HABITANTES									
	OCUPACIÓN	CONSUMO DIARIO ACTUAL USUARIO	CONSUMO DIARIO ACTUAL VIVIENDA	MINIMO AHORRO DIARIO	MÁXIMO AHORRO DIARIO	CONSUMO DIARIO CON MÍNIMO AHORRO	CONSUMO DIARIO CON MÁXIMO AHORRO	MINIMO AHORRO ANUAL	MÁXIMO AHORRO ANUAL
	(p/viv)	(l/p.día)	(l/viv.día)	(l/viv.día)	(l/viv.día)	(l/viv.día)	(l/viv.día)	(m3/viv.año)	(m3/viv.año)
VIVIENDAS 1 HAB	1	125,62	125,62	**39,05**	**58,94**	86,57	66,68	14,25	21,51
VIVIENDAS 2 HAB	2	116,85	233,70	**72,64**	**109,65**	161,06	124,05	26,51	40,02
VIVIENDAS 3 HAB	3	108,52	325,56	**101,20**	**152,75**	224,36	172,81	36,94	55,75
VIVIENDAS 4 HAB	4	100,9	403,60	**125,46**	**189,37**	278,14	214,23	45,79	69,12
VIVIENDAS 5 HAB	5	100,9	504,50	**156,82**	**236,71**	347,68	267,79	57,24	86,40
VIVIENDAS 6 HAB	6	100,9	605,40	**188,18**	**284,05**	417,22	321,35	68,69	103,68

Tabla 5. Ahorros de agua a nivel vivienda según sus habitantes en Las Huertas *(Fuente: Elaboración propia)*

Finalmente, se incluyen los ahorros de agua y energía en agrupaciones de viviendas de diferente nivel: BLOQUE-NÚCLEO-BARRIADA.

Para estos cálculos de ahorros con implantación colectiva se ha tenido en cuenta únicamente el porcentaje de las viviendas que no disponen aún de los dispositivos y que, por tanto, podrían implementarlo. La reducción de consumo energético se produciría por el ahorro de agua caliente sanitaria en las viviendas, la reducción del volumen de agua a bombear en los bloques, y la reducción del volumen de agua a tratar y transportar por la red urbana:

AHORRO DE AGUA, ENERGÍA Y ECONÓMICO A NIVEL BLOQUE-NÚCLEO-BARRIADA								
UNIDAD DE ESTUDIO	NºVIV (viv)	NºHAB (p)	AHORRO DE AGUA DIARIO UNIDAD RESIDENCIAL		AHORRO DE AGUA ANUAL		AHORRO DE ENERGÍA ANUAL	
			MINIMO (l/ud.dia)	MAXIMO (l/ud.día)	MÍNIMO (m3/ud.año)	MÁXIMO (m3/ud.año)	MÍNIMO (kWh/ud.año)	MÁXIMO (kWh/ud.año)
BLOQUE PB+10 (MEDIO)	40	106	1.785	3.034	652	1.107	7.731	13.138
BLOQUE PB+7 (MEDIO)	28	74	1.250	2.124	456	775	5.412	9.196
NÚCLEO DE 5 (MEDIO)	164	435	7.319	12.438	2.672	4.540	31.698	53.864
NÚCLEO DE 4 (MEDIO)	136	360	6.070	10.314	2.215	3.765	26.286	44.668
BARRIADA (AHORRO MEDIO	600	1.590	**26.779**	**45.505**	**9.774**	**16.609**	**115.967**	**197.064**
% AHORRO MEDIO ESTIMADO DE AGUA EN RELACIÓN AL TOTAL					**15,52%**	**26,38%**	**14,79%**	**25,14%**

Tabla 6. Ahorros a nivel Bloque-Núcleo-Barriada en Las Huertas *(Fuente: Elaboración propia)*

Por lo tanto, si analizamos el tema a nivel del **conjunto de la barriada de Las Huertas, se podría reducir la demanda de agua entre 9.774 y 16.609 m3/año,** o lo que es lo mismo, **entre el 15,52% - 26,38 %.** En relación a la **reducción de la demanda energética,** esta sería aproximadamente de entre **115.967 y 197.064 kWh/año, es decir, entre el 14,79% - 25,14%.**

AHORRO ECONÓMICO ASOCIADO

A continuación se presenta un cuadro donde se puede observar el **ahorro aproximado para las familias que supondría la implantación de los dispositivos** (ahorro en la factura del agua y la energía del hogar)**, el coste de dicha implantación y el plazo de amortización del dispositivo para cada vivienda**. La amortización de la solución más sencilla no llega a los dos 2 años en ningún caso. Con la solución más compleja, el plazo es de 4 años como mínimo.

AHORRO ECONÓMICO Y PLAZO AMORTIZACIÓN SEGÚN NÚMERO DE HABITANTES								
	MINIMO AHORRO POR AGUA	MÁXIMO AHORRO POR AGUA	**MINIMO AHORRO TOTAL**	**MÁXIMO AHORRO TOTAL**	**COSTE MÍNIMO IMPLANTAC./ VIVIENDA**	**COSTE MÁXIMO IMPLANTAC./VIVIENDA**	**PLAZO DE AMORTIZACIÓN - MÍNIMA INTERVENCIÓN**	**PLAZO AMORTIZACIÓN - MÁXIMA INTERVENCIÓN**
	(€/viv.año)	(€/viv.año)	**(€/viv.año)**	**(€/viv.año)**	**(€/vivda)**	**(€/vvda)**	**(años)**	**(años)**
VIVIENDAS 1 HAB	35,92 €	46,12 €	**53,51 €**	**72,68 €**	34,70 €	583,75 €	**0,65**	**8,03**
VIVIENDAS 2 HAB	66,82 €	83,99 €	**99,55 €**	**133,38 €**	34,70 €	583,75 €	**0,35**	**4,38**
VIVIENDAS 3 HAB	93,09 €	117,00 €	**138,67 €**	**185,81 €**	34,70 €	583,75 €	**0,25**	**3,14**
VIVIENDAS 4 HAB	115,40 €	145,04 €	**171,92 €**	**230,35 €**	34,70 €	583,75 €	**0,20**	**2,53**
VIVIENDAS 5 HAB	144,25 €	181,30 €	**214,89 €**	**287,94 €**	45,40 €	875,05 €	**0,21**	**3,04**
VIVIENDAS 6 HAB	173,10 €	217,57 €	**257,87 €**	**345,53 €**	45,40 €	875,05 €	**0,18**	**2,53**

Tabla 7. Estudio económico en viviendas de la barriada Las Huertas *(Fuente: Elaboración propia)*

A continuación se presenta un resumen del ahorro si la solución se implanta en unidades residenciales mayores (bloque, núcleo o barriada). En el barrio supondría una **reducción de la demanda anual de agua** entre **9.774-16.609 m3/año**. Este ahorro, supondría una **reducción de costes económicos**, teniendo en cuenta los ahorros que se producirían tanto en agua como en energía en el conjunto del sistema, **de entre 29.880 y 50.776 €/año**. Teniendo en consideración los costes totales de implantación, el **periodo de amortización** sería de **dos meses en el caso de la intervención mínima** (adición en dispositivos existentes) y de **dos años y nueve meses en el caso de sustitución de dispositivos**.

AHORRO DE AGUA, ENERGÍA Y ECONÓMICO A NIVEL BLOQUE-NÚCLEO-BARRIAD						
UNIDAD DE ESTUDIO	**NºVIV** (viv)	**NºHAB** (p)	**AHORRO DE AGUA ANUAL**		**AHORRO ECONÓMICO ANUAL POR AGUA**	
			MÍNIMO (m3/ud.año)	**MÁXIMO (m3/ud.año)**	**MÍNIMO (€/ud.año)**	**MÁXIMO (€/ud.año)**
BLOQUE PB+10 (MEDIO)	40	106	652	1.107	1.142	1.940
BLOQUE PB+7 (MEDIO)	28	74	456	775	799	1.358
NÚCLEO DE 5 (MEDIO)	164	435	2.672	4.540	4.681	7.954
NÚCLEO DE 4 (MEDIO)	136	360	2.215	3.765	3.881	6.596
BARRIADA (AHORRO MEDIO)	600	1.590	**9.774**	**16.609**	**17.124**	**29.099**
COSTE PARA LA BARRIADA	600				**5.144**	**140.776**
COSTE INICIAL POR M3 DE AGUA AHORRADA				**(€/M3)**	**0,53**	**8,48**
PERIODO DE AMORTIZACIÓN				**(AÑOS)**	**0,17**	**2,77**

Tabla 8. Ahorros a nivel Bloque-Núcleo-Barriada en Las Huertas *(Fuente: Elaboración propia)*

PROPUESTA Nº2 REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA Y ENERGIA EN GRUPOS DE PRESION DEL SUMINISTRO DE AGUA DE LA BARRIADA DE LAS DE LAS HUERTAS

Marzo 2015

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el suministro de agua potable de la barriada lo realiza la empresa EMASESA, ésta se compromete a servir el agua en las siguientes condiciones: caudal de 0,4 litros/segundo mediante una acometida de 50 mm. y una presión de servicio minima garantizada de 2 kilos/cm^2 (20 metros de columna de agua m.c.a.).

Con estas condiciones, sólo están garantizada las condiciones mínimas de servicio a los dos o tres primeros pisos de los distintos bloques de la barriada. Por tanto, es necesario la utilización de grupos de presión para garantizar las condiciones mínimas de suministros a los vecinos de los pisos superiores.

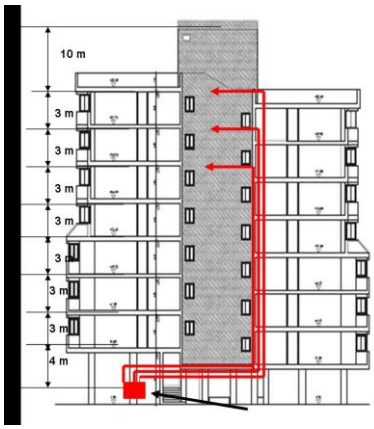
Las condiciones de presión requeridas para el suministro de agua son las siguientes:

Presión mínima de suministro en el punto mas desfavorable de la vivienda > de 1 kilo/cm^2
Presión máxima de suministro en el punto mas desfavorable de la vivienda < de 5 kilo/cm^2

Estas condiciones se establecen para un correcto funcionamiento de los electrodomésticos, por una parte, y por otra, para no dañar ni gastar agua en exceso, por una elevada presión de suministro,

CONDICIONES DEL CONTEXTO

La barriada dispone, en cada uno de los bloques de vivienda, de grupos de presión para elevar el agua a los distintos pisos.



En la actualidad, el agua se impulsa de forma diferente en cada bloque. En los de 7 plantas, se eleva a unos 60 metros de altura; y, en los bloques de 10 plantas a unos 65 metros de altura, cuando la altura de estos bloques son: de 25 metros y 34 metros respectivamente.

Para que el último piso tenga una presión, en sus grifos, de 1 kilo/cm2, que es lo que establece la Ley (Código Técnico de la Edificación CTE), haría falta, por tanto, que los grupos impulsaran el agua a:

Bloque 7 Plantas, 25 m + 10 m + 10% perdidas = 38,5 m.

Bloque 10 Plantas. 34 m + 10 m + 10% perdidas= 48,4 m.

Las medidas realizadas en varios bloques de la barriada son los siguientes:

Nº Bloque	Nº Plant.	Paro	Arranque
3	7	70 m.c.a.	50 m.c.a.
5	7	60 m.c.a.	50 m.c.a.
15	7	68 m.c.a.	51 m.c.a.
25	10	81 m.c.a.	68 m.c.a.
35	10	70 m.c.a.	50 m.c.a.

El cuadro anterior muestra como en los bloques de 7 plantas la presión de arranque es de 50 m.c.a. y la presión de paro es de unos 70 m.c.a. Ello quiere decir, que durante el tiempo en el que el grupo mantiene una presión entre 60 y 70 m.c.a. los dos primeros pisos están por encima de 50 m.c.a., incumpliendo los establecido por el CTE. (10 m.c.a. es aproximadamente 1 kilo/cm^2). Lo mismo sucede en los bloques de 10 plantas y, en algunos bloques, puede llegar al tercer piso con una presión mayor de 50 m.c.a.



Estos datos aconsejan ajustar debidamente las consignas de arranque y paro de los grupos de presión, para evitar, de una parte, una presión excesiva, por encima de lo establecido en el CTE, y por otra, para no gastar energía inútilmente.

DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES Y RESULTADOS ESPERADOS

Existen distintas soluciones para adecuar las condiciones de suministros actuales a las condiciones establecidas por Ley, es decir, asegurar que en el grifo más alto del último piso, la presión minima garantizada sea de 1 kilo/cm^2 , y no se superen la presión máxima de 5 kilo/cm^2 en los dos primeros pisos del bloque.

Las actuaciones que podrían acometerse serían las siguientes:

1. Reducir la presión de trabajo de los grupos de presión e instalar válvulas reguladoras de presión a la salida de los contadores para los primeros pisos.

2. Suministrar a los dos primeros pisos directamente desde la calle, y reducir la presión en el resto de pisos.

Medida 1. Descripción y Resultados esperados

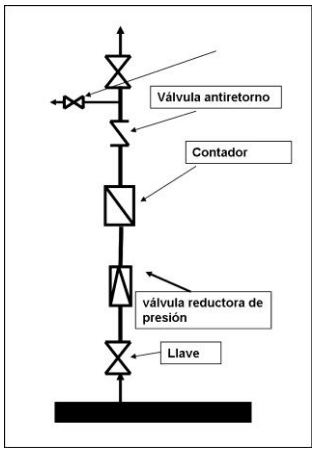
Para reducir la presión de los grupos sólo hace falta modificar la consigna, es decir, rebajar la presión a la que se han de parar y arrancar los grupos. Por tanto, se debería ajustar para que las consignas de arranque y paro fueran las siguientes:

Nº Bloque	Nº Plant.	Paro	Arranque
10 bloques	7	40 m.c.a.	50 m.c.a.
8 bloques	10	50 m.c.a.	60 m.c.a.

De esta forma se asegura que todos los bloques de 7 plantas cumplen lo establecido en el CTE y en los bloques de 10 plantas sólo los vecinos del primer piso estarían, en algunos momentos, por encima de los 50 m.c.a.

Los ahorros que se conseguirían, al año, por cada 10 m.c.a. que bajemos la consigna serian de:

Nº Bloque	Nº Plant.	kWh/10mca	€/10mca
10 bloques	7	80 Kwh.	15 €
8 bloques	10	115 Kwh.	20 €
Barriada		1.720 Kwh.	310 €





Por otra parte, si hay que limitar la presión de servicio del primer piso para que no superen los 5 kilos/cm^2 que estable el Código Técnico de la Edificación (CTE)' sólo haría falta instalar una válvula reductora de presión a la entrada del contador. La solución que han venido adoptando los vecinos de los primeros pisos, es la de cerrar la llave de paso ubicada a la entrada de las viviendas. Esta es una solución aparente dado que la presión se transmite a la red de la vivienda provocando una mayor velocidad de salida del agua por los grifos, y por tanto un mayor consumo.

La solución propuesta es barata y se puede realizar fácilmente, su coste seria de aproximadamente de unos 50 € por vecino del primer pisos, es decir, 4 vecinos x 1 pisos x 50 € = 200 € por bloque ya sean de 7 ó 10 plantas.

Los ahorros económicos que se obtiene son, de una parte del ahorro de energía eléctrica de los grupos presión, estos vienen a ser de entre 15 y 20 € al año y por cada 10 m.c.a. reducido, ya sean bloques de 7 ó 10 plantas, y de otra los derivados del ahorro de agua que una menor presión de servicio generan. Estos son de difícil cuantificación ya que dependen del numero de habitantes por pisos, de los hábitos de consumo, de la diferencia de presión, etc. se pueden estimar entre u 15% y un 20% del consumo de agua, mayor, cuanto mayor sea la diferencia de presiones obtenidas en la vivienda.

Medida 2. Descripción y Resultados esperados

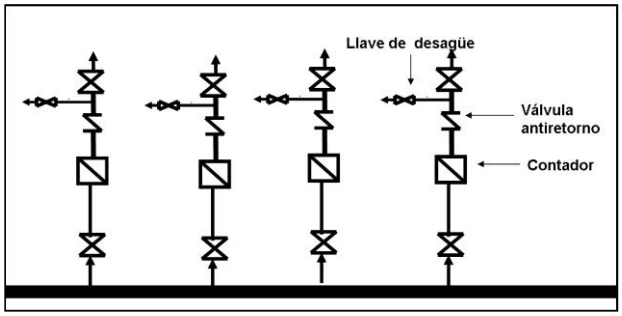
La segunda medida que se propone es prácticamente igual a la anterior, pero incorporando el suministro directo de agua desde la red de EMASESA a los dos primeros pisos de los bloques.

Esta solución presenta las siguientes ventajas:

1. Aprovecha la energía potencial que trae el agua de la red para abastecer las dos primeras plantas.
2. Se reduce el caudal a impulsar por los grupos de presión dado que las dos primeras plantas se abastecen directamente.
3. Se reduce la presión de los grupos como en el caso anterior lo que lleva aparejado un ahorro de energía por este concepto.
4. No es necesario instalar válvulas reductoras de presión para el primer piso de los bloques de 10 plantas.

Los inconvenientes que presenta son:

1. Hay que instalar una tubería de polietileno de 50 mm de diámetro que conecte la red de EMASESA, a la entrada de los grupos, con las acometidas de contadores de las dos primeras plantas en el cuarto de contadores.



2. Cuando se corte el suministro, por parte de la empresa suministradora, las dos primeras plantas se quedarían sin servicio, el resto tendría un día de más, lo que permite el depósito de entrada.

Los resultados esperados son una disminución del consumo de agua de los bloques, debido a la reducción de la presión de suministro, como en el caso anterior, y una disminución del consumo de energía de los grupos de presión debido a que tiene que elevar menos agua, ya que la de los dos primeros pisos se abastecen directamente desde la red de EMASESA.

Los ahorros de energía y económicos serian los siguientes por cada 10 m.c.a. que se reduzca la presión

Nº Bloque	**Ahorros, Caudal**		**Ahorros, presión**	
	Kwh.	€	Kwh./**10mca**	**€/10mca**
10 bloques	120 Kwh.	22 €	80 Kwh.	15 €
8 bloques	138 Kwh.	25 €	115 Kwh.	20 €
Barriada	2.304 Kwh.	420 €	1.720 Kwh.	310 €

En total, los ahorros que se obtendrían, en la barriada, si se suministraran directamente desde la red los dos primeros pisos de cada bloque, y se redujera la presión de los grupos en 10 m.c.a., seria de: 4.024 Kwh., de energía eléctrica que viene a representar unos 730 € al año en toda la barriada.

En cuanto al coste de instalación de la tubería para las dos primeras plantas seria de:

Concepto	**Ud**	**Uds**	**€/Ud**	**Total**
Tubería de polietileno 50 mm	metro	10	18,99 €	189,90 €
Válvulas antiretorno 3/4"	Ud	8	7,00 €	56,00 €
Válvulas 3/4 "	Ud	12	20,00 €	120,00 €
Base Imponible				**365,90 €**
IVA 21%				76,84 €
Totalmente instalado y probado				
TOTAL				**442,74 €**

Si se acogiese al Programa de Construcción Sostenible de la Junta de Andalucía, que podría subvencionar la inversión con un 40%, la inversión seria de unos 266 €. En este caso, los vecinos tendrían que aportar unos 7 €, los vecinos de los bloques de 10 plantas, y unos 10 € los vecinos de los bloques de 7 plantas, consiguiéndose un ahorro en la factura de electricidad para la comunidad de 37 y 45 € al año respectivamente, es decir, la inversión se recupera con los ahorros en 6 y 7 años para los bloques de 7 y 10 plantas.

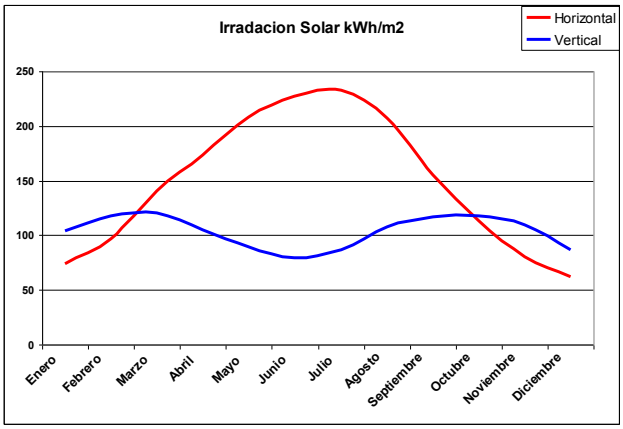
El principal problema que presenta esta acción son los inconvenientes derivados de la gestión de la misma.

PROPUESTA Nº3 PRODUCCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA (ACS) A PARTIR DE ENERGIA SOLAR. Marzo 2015

INTRODUCCIÓN

A partir de la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE), en 2006, todos los edificios de nueva construcción, y determinadas rehabilitaciones, deberán disponer de una instalación de Energía Solar Térmica que aporte una fracción del consumo anual de energía para este servicio. La energía solar térmica es, en general, el procedimiento más sostenible para la producción de ACS, la instalación de estos equipos viene creciendo de manera espectacular en todas las parte del Mundo.

CONDICIONES DEL CONTEXTO



El barrio de Las Huertas tiene unas magníficas condiciones para albergar estas instalaciones; dispone de superficies soleadas en las cubiertas, y está localizado geográficamente, al sur del paralelo 40, donde la energía solar que incide por cada metro cuadrado es mayor de 1,2 Kw de media anual.

El barrio está compuesto por 10 bloques de 7 plantas y 8 bloques de 10 plantas de 4 viviendas por planta en cada uno de los bloques.

En un bloque de 10 plantas se consumiría, aproximadamente, 22 litros por persona y día de agua caliente sanitaria a 60 ºC ,y el consumo total en el bloque sería de unos 3.520 litros por día, estimándose una ocupación del 100% anual, con una contribución solar para el ACS del 70%, ello quiere decir que, aproximadamente, durante los tres meses de invierno sería necesario contar con energía de apoyo

Las necesidades de agua caliente sanitaria y la energía demandada se muestran en el siguiente cuadro:

Mes	Días/mes	Consumo de Agua L/día	Temperatura media agua red ºC	Incremento T ºC (60º)	Demanda Energética kWh
Enero	31	3.520	8	52	6.582
Febrero	28	3.520	9	51	5.831
Marzo	31	3.520	11	49	6.202
Abril	30	3.520	13	47	5.757
Mayo	31	3.520	14	46	5.823
Junio	30	3.520	15	45	5.512
Julio	31	3.520	16	44	5.569
Agosto	31	3.520	15	45	5.696
Septiembre	30	3.520	14	46	5.635
Octubre	31	3.520	13	47	5.949
Noviembre	30	3.520	11	49	6.002
Diciembre	31	3.520	8	52	6.582
TOTAL	365				71.140

Como se observa, en el cuadro anterior, la temperatura del agua de la red varía de invierno a verano de 8º C a 15 ºC, y por tanto la demanda de energía oscila entre los 6.500 y 5.500 Kwh.

La instalación se podría diseñar para cubrir las necesidades del invierno pero ello significaría que en los meses de verano se desaprovecharía mucha energía, y haría falta instalar más paneles, lo que

encarecería innecesariamente la instalación. Por este motivo se establecen las siguientes condiciones: que no exista ningún mes que produzca más del 110% de la energía demandada y que no existan 3 meses consecutivos que se produzca más de un 100% de la energía demandada.

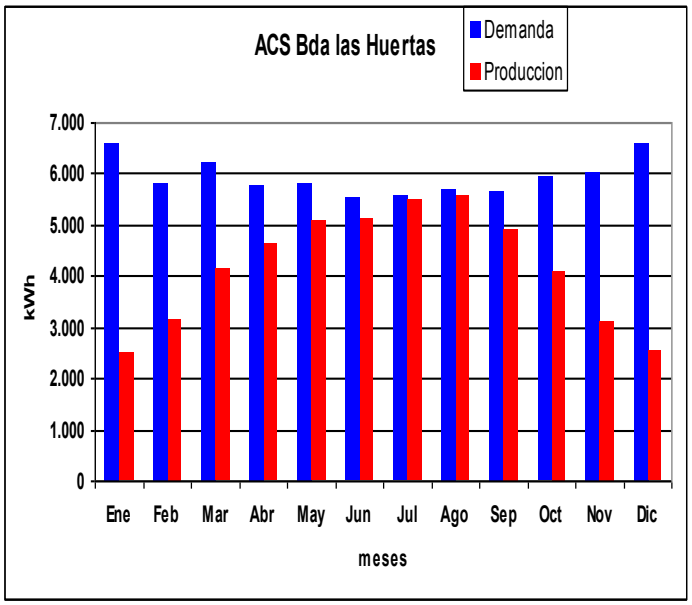
DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES Y RESULTADOS ESPERADOS

Para cumplir con estas condiciones se necesitarían 25 paneles solares, con un factor de eficiencia óptica de 0,789 y un coeficiente global de pérdidas 3,606 W/(m²·ºC), inclinados 35º respecto de la horizontal, y de dimensiones: 1,000 m x 2,10 m. Área Útil 2,33 m², que supondría un área útil de captación de 58.25 m2, producirían la energía establecida en el CTE.

Representaría alrededor de 1,45 mts^2 por vivienda o sea 0,625 paneles por vivienda. Necesitándose, por otra parte, un deposito con un volumen de acumulación ACS de 4.060 litros. Con estos paneles se produciría **50.287 kWh** anuales que representa más del 70% de la demanda de energía.

Mes/kWh	Demanda	Producción	Diferencia	%
Enero	6.582	2.495	4.087	38%
Febrero	5.831	3.169	2.662	54%
Marzo	6.202	4.150	2.052	67%
Abril	5.757	4.609	1.148	80%
Mayo	5.823	5.073	750	87%
Junio	5.512	5.116	396	93%
Julio	5.569	5.474	95	98%
Agosto	5.696	5.562	134	98%
Septiembre	5.635	4.912	723	87%
Octubre	5.949	4.101	1.848	69%
Noviembre	6.002	3.103	2.899	52%
Diciembre	6.582	2.523	4.059	38%
Total	**71.140**	**50.287**	**20.853**	**71%**

El grafico siguiente muestra las diferencias en producción y demanda de ACS a lo largo del año.



Descripción de las instalaciones

La propuesta consiste en la instalación, en cada bloque de 10 plantas, de 24 paneles solares ubicados en la cubierta con 58.25 m^2 de superficie útil de captación, de un depósito para agua caliente de 4.060 litros y de los aparatos y controles y kit de conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

El agua caliente es conducida a cada uno de los pisos del bloque por tuberías de PVC debidamente aisladas, dispondrá además de tuberías y bombas de retorno, por último, se instalará con retorno invertido para equilibrarla, de forma que los que estén más cerca del depósito, no tengan ventajas respecto de los demás.

En cada vivienda se instalara un inter-acumulador de 60 litros de capacidad donde se intercambiará el calor de los paneles con el agua potable de la vivienda, no existiendo mezcla ni contacto entre el agua de los colectores y el agua de la vivienda.



Para aprovechar al máximo los aparatos instalados en la actualidad en la viviendas y para que no se produzca pérdida de calidad del servicio, se instalará una válvula termo-estática de forma que cuando el agua de los colectores y del inter-acumulador baje de 45 ºC, se desviará a la caldera de gas o termo eléctrico de la vivienda de forma automática. De esta forma, sólo se gastará energía de apoyo en los meses más frío y en una cantidad inferior, dado que el agua de salida del inter-acumulador en los meses fríos del invierno es muy superior a la temperatura del agua de la red.





COSTES ASOCIADOS

La inversión necesaria para la instalación para un bloque de 10 plantas sería de:

Concepto	Ud.	Uds	€/Ud	Total
Batería de Colectores de 3unidades/batería	Ud.	8	2.471,1 €	19.768,72 €
Tubería de PVC aislada y montada	metros	100	16,00 €	1.600,00 €
Inter acumulador de 80 litro instalado en viviendas	Ud.	40	235,00 €	9.400,00 €
Válvula termo estática	Ud.	40	50,00 €	2.000,00 €
Sistema de recirculación	Ud.	1	676,00 €	676,00 €
Deposito ACS 4000 l	Ud.	1	4.000,00 €	4.000,00 €
Base Imponible				**37.444,72 €**
IVA 21%				7.863,39 €
TOTAL				**45.308,11 €**
Por vivienda (40 viviendas)				1.132,70 €

Los costes de mantenimiento durante de la instalación ascenderían a unos 2.800 € anuales.

Los ahorros obtenidos utilizando este sistema se evalúan a continuación para una familia de 4 miembros, consumiendo cada uno 22 litros de agua caliente al día y comparándolos con estos mismos consumos obtenidos mediante calderas de gas natural.

Coste de la Energía del ACS (gas natural)			
Actualidad sin Colectores.	**€/Kwh.**	**Kwh.**	**Total €**
Consumo	0,05727	1.779	101,89
Impuestos	0,00234	1.779	4,16
Termino Fijo (€/días)	0,144	365	52,56
Alquiler Contadores (€/días)	0,0411	365	15
Base Imponible			**160,11**
IVA 21%			33,62
TOTAL			**193,73**

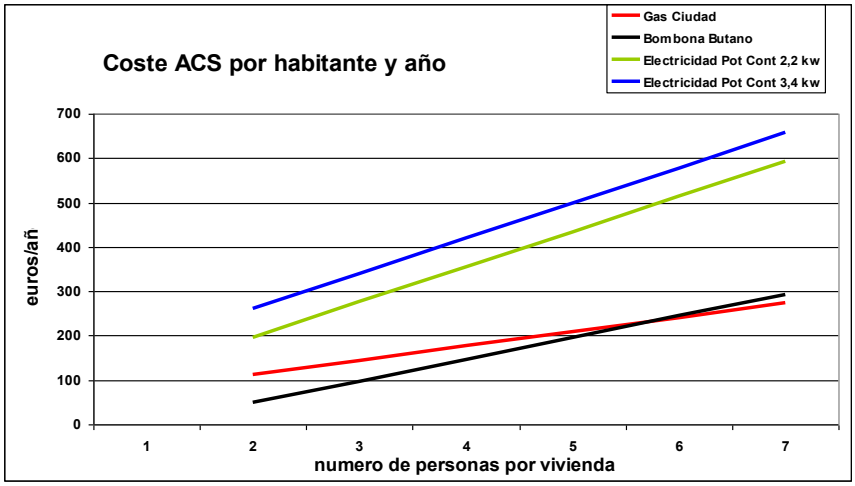
Con la instalación de colectores solares, los gastos serían:

Coste de la Energía ACS (con colectores)			
Con Colectores Solares	**€/kWh**	**kWh**	**Total €**
Consumo	0,05727	521	29,84
Impuestos	0,00234	521	1,21914
Termino Fijo (€/días)	0,144	365	52,56
Alquiler Contadores (€/días)	0,0411	365	15
Base Imponible			**98,62**
IVA 21%			20,71
TOTAL			**119,33**

Esto significa un ahorro para una familia de 4 miembros de 74,40 €/año. Por otra parte, no tendría sentido instalar un sistema de ACS y no conectar al sistema de agua caliente sanitaria a la lavadora y el lavavajillas. Para ello sólo hay que conectar la entrada del agua del electrodoméstico con la red de agua caliente de la vivienda. Para conseguir los ahorros hay que modificar el contrato de la electricidad bajando la potencia contratada en 1,15 Kwh., esto representa un ahorro anual de, aproximadamente, 96,17 €/año.

El ahorro total sería de unos 170 €/año, la cuestión se centra en que si estos ahorros son mayores que el coste de la instalación por vivienda.

El coste por habitante de cada uno de los sistemas para producir agua caliente sanitaria seria como muestra el cuadro adjunto



A partir de 4/5 habitantes por vivienda y para un consumo de energía de 445 kwh/año por persona, el coste de producir agua caliente sanitaria mediante colectores solares es menor que el producido por las bombonas de butano. Otra forma de verlo, es que a partir de consumir más de 9 bombonas de butano al año, es más económico producir agua caliente con colectores solares.

Ello plantea problemas de viabilidad debido a la composición del número de habitantes por viviendas. En las viviendas en las que vivan dos o tres personas, su opción más económica es la utilización de bombonas de butano, en las que vivan 4 o más personas, y consuman más de 9 bombonas al año, su opción más económica es la instalación de colectores solares. Dada la composición social de la barriada pensamos que es muy difícil alcanzar acuerdos para la instalación de colectores solares.

Se podría pensar en la utilización de contadores de energía para que cada vivienda pagara por la energía efectivamente consumida, pero para ello, sería necesario establecer acuerdos con empresas de servicios energéticos, pero para que le pudiera interesar a estas empresas debería ponerse de acuerdo toda la barriada, y para toda clase de energía consumida incluyendo el agua, situación que aún vemos más problemática.

Por otra parte, la principal ventaja que presenta la instalación de colectores solares es que no estaría, en su mayor parte, sujeta a la subida de los precios de la energía, ello supondría que en pocos años, si se mantiene la tendencia al alza de estos precios, la instalación podría ser viable para todos los vecinos.

Por último, sólo sería posible alcanzar la viabilidad económica de la instalación de colectores solares para producir agua caliente sanitaria, consiguiendo el máximo de subvención que otorga la Junta de Andalucía a través de su Programa de Construcción Sostenible, es decir, conseguir una subvención de más del 60% de la inversión, el programa establece una horquilla entre el 40% y el 80%. Para ello, sería necesario redactar un proyecto, y presentarlo al Programa de Construcción Sostenible de la Junta de Andalucía incluyendo un estudio económico en el que se establezca el porcentaje de subvención que haría viable la instalación y la aportación económica que le correspondería a cada vivienda.

PROPUESTA Nº4: SISTEMAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

Marzo 2015

1. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

OBJETIVO.- Se persigue la **optimización de los recursos hídricos presentes en Las Huertas teniendo en cuenta la "adecuación de calidades" a los distintos requerimientos** (*Fit for Purpose*) para reducir la demanda sobre la red urbana de abastecimiento y reducir los vertidos a la de saneamiento. Para ello, se plantea **la reutilización de las aguas grises de los edificios,** hasta hace muy poco consideradas como "aguas de deshecho", para otros usos menos exigentes en cuanto a calidad, tras su depuración.

POSIBILIDADES DE IMPLANTACIÓN.- Su **viabilidad dependerá** de la capacidad de coordinar a los distintos agentes sociales pues son **propuestas que conllevan una gestión más compleja** al realizarse a nivel Bloque o Núcleo como, por ejemplo, poner de acuerdo a un determinado conjunto de vecinos. Si se consigue, la **efectividad** en cuanto a cantidad de agua ahorrada es mayor que la de la propuesta de los dispositivos de ahorro.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.-

El **sistema de reutilización de aguas grises propuesto** plantea la recuperación de las **aguas procedentes de duchas y lavadoras** -con mínima presencia de materia orgánica- para, con un mínimo tratamiento usarlas en usos menos exigentes, como en inodoros y riego.

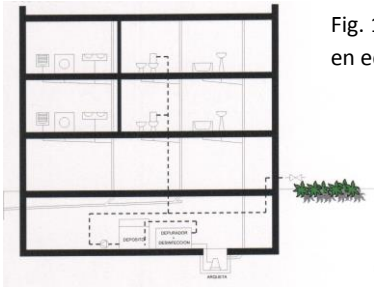


Fig. 1. Sistema de reutilización de aguas grises en edificios (*Fuente: López Patiño, 2008*)

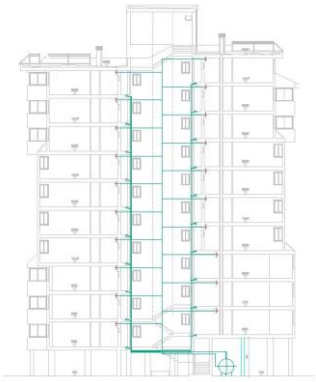


Fig. 2. Esquema de sistema de reutilización de aguas grises en edificio de PB+10 en Las Huertas (*Fuente: Elaboración Propia, 2015*)

La presente propuesta plantea un sistema compacto, donde la **depuradora de aguas grises y el depósito acumulador** estén contenidos en el mismo volumen.

En cada bloque **se recogerían las aguas de las duchas y las lavadoras en un bote sifónico independiente** situado en los lavaderos de las viviendas desde donde son transportadas por gravedad a través de unos **nuevos bajantes de aguas grises que discurren por la fachada de los patios** hasta una **red colgada** de Planta Baja. Finalmente, **llegan a la depuradora-depósito** desde la que, posteriormente, se bombean, ya depuradas, por un montante ramificado hasta los inodoros.

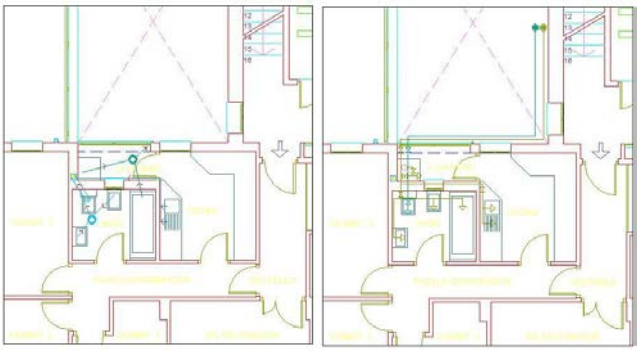


Fig. 3. Nuevo trazado de instalaciones hidráulicas en los núcleos húmedos compatibles. (*Elaboración Propia, 2015*)

REQUERIMIENTOS DE LA PROPUESTA.-

REQUERIMIENTOS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS

A partir de la oferta de aguas procedentes de duchas y lavadoras, se cubre totalmente la demanda de los inodoros, produciéndose además en la barriada un sobrante de aproximadamente 3.400 m^3.

VOLUMENES AGUAS GRISES

			OFERTA (AGUAS GENERADAS)			DEMANDA (USO PRINCIPAL: INODOROS)			SOBRANTE	
UNIDAD DE ESTUDIO	Nº VIV (VIV)	Nº HAB (HAB)	LAVABO+DUCHA (L/DIA.VIV)	AG GENER. (L/DIA)	AG GENER. (M3/AÑO)	INODOROS (WC) (L/DIA.VIV)	AG WC (L/DIA)	AG WC (M3/AÑO)	(POSIBLE USO RIEGO) (L/DIA)	(POSIBLE USO RIEGO) (M3/AÑO)
BLOQUE PB+10	40	106,0	90,86	3.634,40	**1.326,56**	75,33	3.013,20	**1.099,82**	621,20	**226,74**
BLOQUE PB+7	28	74,2	90,86	2.544,08	**928,59**	75,33	2.109,24	**769,87**	434,84	**158,72**
NÚCLEO DE 5	164	434,6	90,86	14.901,04	**5.438,88**	75,33	12.354,12	**4.509,25**	2.546,92	**929,63**
NÚCLEO DE 4	136	360,4	90,86	12.356,96	**4.510,29**	75,33	10.244,88	**3.739,38**	2.112,08	**770,91**
BARRIADA	600	1.590,0	363,44	**54.516,00**	**19.898,34**	301,32	**45.198,00**	**16.497,27**	9.318,00	**3.401,07**

En los siguientes cuadros se asignan ya modelos concretos de una determinada casa comercial tomada como referencia y se pueden comparar **los volúmenes de las depuradoras resultantes a nivel de bloque y núcleo** -que son las soluciones más lógicas en el caso de estudio- calculados únicamente para cubrir la demanda de los inodoros y los que salen por oferta (con sobrante que podría utilizarse para riego). Como se ve, **son los mismos -5m^3 en bloques y 10m^3+5m^3 en núcleos- por lo que con la misma inversión, en el segundo caso, se obtiene el excedente extra para riego sin costes adicionales.** Por otro lado, parece que compensa realizar la operación a nivel de Núcleo, pues 4 o 5 depósitos de 5m^3 es más caro que la suma de uno de 5 y otro de 10m^3 común en todos los núcleos tanto de 4 como de 5 portales.

VOLUMEN EQUIPOS DE DEPURACIÓN CALCULADOS A PARTIR DE LA OFERTA

UNIDAD DE ESTUDIO	Nº VIV (VIV)	Nº HAB (HAB)	VOL. DIARIO CALC (L)	VOL. MODELO ECOCICLE (L)	DIMENSIONES* DIAM (MM)	DIMENSIONES* LONG (MM)
BLOQUE PB+10	40	106,0	**3.634,40**	5.000	1600	2500
BLOQUE PB+7	28	74,2	**2.544,08**	5.000	1600	2500
NÚCLEO DE 5	164	434,6	**14.901,04**	10.000+5.000	1600	5614
					1600	2500
NÚCLEO DE 4	136	360,4	**12.356,96**	10.000+5.000	1600	5614
					1600	2500
BARRIADA	600	1.590,0	**54.516,00**	30.000+30.000	2500	6525
					2500	6525

* Según modelos Catálogo EcoCicle de Totagua, 2014
*NOTA IMPORTANTE: DEBEN IR COLOCADOS EN HORIZONTAL

VOLUMEN EQUIPOS DE DEPURACIÓN CALCULADOS A PARTIR DE LA DEMANDA (SÓLO DE INODOROS)

UNIDAD DE ESTUDIO	Nº VIV (VIV)	Nº HAB (HAB)	VOL. DIARIO CALC (L)	VOL. MODELO ECOCICLE (L)	DIMENSIONES* DIAM (MM)	DIMENSIONES* LONG (MM)
BLOQUE PB+10	40	106,0	**3.013,20**	5.000	1600	2500
BLOQUE PB+7	28	74,2	**2.109,24**	5.000	1600	2500
NÚCLEO DE 5	164	434,6	**12.354,12**	10.000+5.000	1600	5614
					1600	2500
NÚCLEO DE 4	136	360,4	**10.244,88**	10.000+5.000	1600	5614
					1600	2500
BARRIADA	600	1.590,0	**45.198,00**	40.000+5.000	2500	8585
					1600	2500

* Según modelos Catálogo EcoCicle de Totagua, 2014
*NOTA IMPORTANTE: DEBEN IR COLOCADOS EN HORIZONTAL



Modelo	Habitantes	Ø Diámetro	Longitud	Volumen
	hab	mm	mm	l
ECOCICLE 20	20	1600	2500	5000
ECOCICLE 50	50	1600-2000	5614-3504	10000
ECOCICLE 100	100	2000-2500	6500-4465	20000
ECOCICLE 150	150	2500	6525	30000
ECOCICLE 200	200	2500	8585	40000

En cuanto a las **dimensiones de las depuradoras**, aparecen en las tablas anteriores (1,6 m de diámetro y 2,5 m de longitud en el caso de las de 5m^3 y 1,6m de diámetro y 5,6m de longitud en el caso de las de 10m^3). Es importante recalcar que, en el caso de tratamiento de aguas grises, suelen ir colocadas **horizontalmente**. La ubicación de este equipo compacto, hace necesaria la ampliación del cuarto de instalaciones.



Fig. 4. Ampliación del cuarto de instalaciones para ubicación del depósito-depuradora. (*Elaboración Propia, 2015*)

Además es necesario reformar la pequeña red de saneamiento de los núcleos húmedos para meter un nuevo bote sifónico, colocar bajantes específicos de bajantes por los patios, crear una pequeña red colgada de aguas grises en el techo de Planta Baja, así como una nueva red ramificada de montantes específica de aguas regeneradas hasta todos los inodoros con su bombeo correspondiente.

REQUERIMIENTOS ECONÓMICOS

- COSTES DE INVERSIÓN INICIAL: En la siguiente tabla se presentan unos cálculos aproximados de la inversión a partir de los precios unitarios de la Base de Precios de la Construcción en Andalucía (2013).

CUADRO DE COSTES INSTALACIÓN AGUAS GRISES						
OPERACIÓN	UD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECIO UNIDAD	PB+10	PB+7
MODIFICACIÓN RED DE SANEAMIENTO NUCLEOS HÚMEDOS					4.635,20	3.244,64
ELIMINAR DESAGÜE DUCHA	ud	1	5,34	5,34		
ELIMINAR DESAGÜE LAVADORA	ud	1	5,34	5,34		
NUEVO DESAGÜE DUCHA	ud	1	24,58	24,58		
NUEVO DESAGÜE LAVADORA	ud	1	22,58	22,58		
NUEVO BOTE SIFÓNICO AGUAS GRISES	ud	1	45,10	45,10		
CONEXIONES A BAJANTES DE AGUAS GRISES	m	1	12,94	12,94		
INSTALACIÓN VERTICAL					2.052,00	1.440,00
NUEVAS BAJANTES DE AGUAS GRISES (90 MM) PB+10	m	28,5	18,00	513,00		
NUEVAS BAJANTES DE AGUAS GRISES (90 MM) PB+7	m	20	18,00	360,00		
INSTALACIÓN EN ZZCC PLANTA BAJA					20.359,70	20.184,70
RED COLGADA DE AGUAS GRISES PLANTA BAJA	m	28,5	18,20	518,70		
BAJANTE UNIFICADO DE AGUAS GRISES PLANTA BAJA	m	1	21,00	21,00		
DEPURADORA-DEPÓSITO DE AGUAS GRISES (5 M3)	ud	1	17.500,00	17.500,00		
EQUIPO DE BOMBEO PARA IMPULSIÓN	ud	1	1.500,00	1.500,00		
MONTANTE RAMIFICADO POLIPROPILENO DE REGENERADAS (50MM)	m	82	10,00	820,00		
MONTANTE RAMIFICADO POLIPROPILENO DE REGENERADAS (50MM)	m	64,5	10,00	645,00		
AMPLIACIÓN DE CUARTO DE INSTALACIONES					3.688,54	3.688,54
DEMOLICIÓN MURO	m2	10,6	14,08	149,25		
LEVANTAMIENTO DE NUEVO MURO PERIMETRAL	m2	56	29,10	1.629,60		
REVESTIMIENTO NUEVO MURO PERIMETRAL	m2	100	15,17	1.517,00		
SOLERÍA DE TERRAZO	m2	14,95	20,46	305,88		
LUMINARIA FLUORESCENTE 1 TUBO 40 W	ud	1	86,81	86,81		
MODIFICACIÓN ABASTECIMIENTO NUCLEOS HÚMEDOS					2.750,40	1.925,28
RAMIFICACIÓN DESDE MONTANTE A INODORO (20 MM)	m	8	7,47	59,76		
LLAVE DE PASO	ud	1	9	9,00		
TOTAL					**33.485,84**	**30.483,16**

*NOTA: S*e calcula que la inversión inicial del equipo *compacto (depuradora-depósito)* para 5000 litros/día, sería de unos 17.500 €/Unidad*, a partir de otros datos del Banco de Precios BEDEC ITEC (2010)*

La inversión para bloques de PB+10 es de cerca de 40.000€ (996€/vivienda) mientras que en los de PB+7 es de 36.275€ (1.295€/vivienda). La inversión total en la barriada sería de **681.535**€.

TIPO BLOQUE	Nº BLOQUES	PEM UNITARIO	PC (6GG+13BI)	POR VIVIENDA
PB+10	8	33.485,84	39.848,14	996,20
PB+7 (extremo)	8	30.483,16	36.274,95	1.295,53
PB+7 (central)	2	30.483,16	36.274,95	1.295,53
TOTAL		**572.718,23**	**681.534,69**	

- COSTES DE USO Y MANTENIMIENTO:

Gastos energéticos: Los gastos de los equipos compactos se presentan en el siguiente cuadro y, como puede observarse, los gastos totales de la barriada son prácticamente la mitad en la solución de núcleo.

GASTO ENERGÉTICO APROXIMADO EQUIPOS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES							
UNIDAD ESTUDIO	TIPO DE EQUIPO	Potencia (W)	kW/h DÍA	kW/h MES	UDS	TOTAL MES (kWh)	TOTAL AÑO (kWh)
BLOQUE	ECOCICLE 20 (Volumen 5.000 lts)	50	1,20	36	18	648	7.776
NUCLEO	ECOCICLE 20 (Volumen 5.000 lts)	50	1,20	36			
	ECOCICLE 50 (Volumen 10.000 lts)	60	1,44	43			
		110	2,64	79	4	317	3.802

Por otro lado, habría que sumarles los derivados de las bombas de impulsión.

A partir de estos datos, que son aproximados, y teniendo en cuenta los precios del kWh manejados en el resto de los documentos se obtendría el coste económico derivado del gasto energético.

Tratamientos químicos:

En este tema hay que aclarar que hay dos sistemas para el tratamiento:

- Cloración: Tiene un menor consumo energético que el caso de rayos ultravioletas pero se le sumaría el gasto del cloro y un mayor mantenimiento (suelen ser necesarias 4 visitas al mes).
  Se suele usar 1 garrafa (25 litros) a la semana, con un precio aproximado del 0,35 €/litros, supone un gasto semanal de 8,75 € y mensual de 35€, en cada uno de los bloques. **En toda la barriada, con 18 bloques, sería de 630€/mes. Al año, 7.560€.**
- Rayos ultravioletas: Tiene un consumo energético algo mayor pero no necesita tanto mantenimiento pudiendo reducirse las visitas a la mitad (2 visitas al mes). **No hay gastos en productos químicos de manera periódica.**

Mantenimiento por personal especializado:

Según las casas comerciales, es uno de los factores que más echan para atrás a las comunidades de vecinos a la hora de instalar uno de estos sistemas:

- Con cloración: Suelen hacerse 4 visitas al mes cuyo coste aproximado está entre 50 y 100€ que supone 300 o 400€ al mes. **En toda la barriada,** suponiendo el mínimo de 300€, con 18 bloques, **sería de 5.400 €/mes. Al año, 64.800€.**
- Con rayos ultravioletas: Suelen hacerse 2 visitas al mes cuyo coste aproximado está entre 50 y 100€ que supone 100 o 200€ al mes. **En toda la barriada,** suponiendo el mínimo de 100€, con 18 bloques, **sería de 1.800 €/mes. Al año, 21.600€.**

Estos números nos hacen inclinarnos por un sistema a base de rayos ultravioletas donde aunque hay un mayor gasto energético, la diferencia es pequeña en comparación a estos dos últimos gastos.

REQUERIMIENTOS DE ORGANIZACIÓN O GESTIÓN INICIAL

En este caso es **necesario consenso previo de los vecinos a nivel de bloque o de núcleo** según el caso, para llevarse a cabo la medida más eficiente y barata.
Por último, comentar que el **coste de la inversión inicial es superior por lo que ayudará establecer programas de financiación**.

3. RESULTADOS ESPERADOS

REDUCCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA.-

En la siguiente tabla se sintetizan las cantidades de aguas que **pueden ser regeneradas anualmente (cerca de 19.900 m^3/año)** y que, por tanto, no serían demandadas a la red urbana de abastecimiento, ni vertidas a la red de saneamiento.

VOLUMENES AGUAS GRISES										
UNIDAD DE ESTUDIO	Nº VIV	Nº HAB	LAV+DUCH	AG GENER.		WC	AG WC		AG RIEGO	
	(VIV)	(HAB)	(L/DIA.VIV)	(L/DIA)	(M3/AÑO)	(L/DIA.VIV)	(L/DIA)	(M3/AÑO)	(L/DIA)	(M3/AÑO)
BLOQUE PB+10	40	106,0	90,86	**3.634,40**	**1.326,56**	75,33	3.013,20	**1.099,82**	621,20	**226,74**
BLOQUE PB+7	28	74,2	90,86	**2.544,08**	**928,59**	75,33	2.109,24	**769,87**	434,84	**158,72**
NÚCLEO DE 5	164	434,6	90,86	**14.901,04**	**5.438,88**	75,33	12.354,12	**4.509,25**	2.546,92	**929,63**
NÚCLEO DE 4	136	360,4	90,86	**12.356,96**	**4.510,29**	75,33	10.244,88	**3.739,38**	2.112,08	**770,91**
BARRIADA	600	1.590,0	363,44	**54.516,00**	**19.898,34**	301,32	45.198,00	**16.497,27**	9.318,00	**3.401,07**

En cuanto al sobrante de 3.400 m^3 de agua para riego, se podría estudiar hasta qué punto cubre la demanda de riego de la barriada. Realizando un estudio mensual -que es más exacto para tener en cuenta la variabilidad de la pluviometría y la evotranspiración a lo largo del año- la demanda de agua que habría los meses más calurosos del año es el dato de la última columna de las siguientes tablas. En el primer caso, no se considera la aportación actual de los pozos (caso que permitiría la extrapolación a otras barriadas donde no hubiese dicha posibilidad) siendo necesario reservar en la barriada un total de 485 m^3 para cubrir las necesidades de los meses más calurosos y en la segunda sí se considera dicha aportación y no sería necesaria ninguna reserva pues mensualmente la demanda se cubre sin problema.

POSIBLE UTILIZACIÓN DE AG PARA RIEGO	Vol. Año	sept	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	TOTAL	V.OFERTA INVIERNO (m3/año)	V.DEMANDA VERANO (m3/año)
Demanda TOTAL - AG	3.400,00	-54,59	-265,62	-283,33	-283,33	-283,33	-283,33	-277,62	-227,86	-97,35	73,33	229,10	182,61	-1.571,32	-2.056,36	485,04

POSIBLE UTILIZACIÓN DE AG PARA RIEGO	Vol. Año	sept	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	TOTAL	V.OFERTA INVIERNO (m3/año)	V.DEMANDA VERANO (m3/año)
Demanda RED - AG	3.400,00	-237,07	-283,33	-283,33	-283,33	-283,33	-283,33	-283,33	-283,33	-256,76	-196,37	-146,74	-160,38	-2.980,64	-2.980,64	0,00

A partir de dichos volúmenes totales de la barriada, se presentan los volúmenes necesarios en bloques y núcleos según su tamaño. En la primera columna, referida al caso de que no se considerasen las aguas aportadas por los pozos, se observa el volumen que se reservaría en los bloques y núcleos para riego.

VOLÚMENES NECESARIOS DE RESERVA CON SOBRANTE DE AGUAS GRISES

	DEMANDA TOTAL (m3)	DEMANDA RED (m3)
BLOQUE PB+10	27,82	0,00
BLOQUE PB+7 (EXTREMO)	25,96	0,00
BLOQUE PB+7 (CENTRAL)	27,37	0,00
NÚCLEO DE 5	134,95	0,00
NÚCLEO DE 4	107,57	0,00
CONJUNTO RESIDENCIAL	485,04	0,00

<u>REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA</u>.- Partiendo de los datos del documento Nº2, los gastos vinculados al agua en la red urbana son 0,193 kWh/m^3 en abastecimiento y 0,3772 kWh/m^3 en saneamiento. Por otro lado, actualmente el gasto energético de los grupos de presión sería de 0,074 kWh/m^3 en los Bloques de PB+7 y 0,075 kWh/m^3 en los Bloques PB+10. De esta manera, **la reducción de consumo energético ligada a la intervención sería de 12.827 kWh/año en toda la barriada**.

CONSUMO ENERGÉTICO ANUAL

UNIDAD DE ESTUDIO	AGUAS REGENERADAS m3/ año	BOMBEO EDIFICIO kWh/m^3	ABASTECIM RED URBANA kWh/m^3	SANEAM RED URBANA kWh/m^3	TOTAL kWh
BLOQUE PB+10	1.326,56	0,07500	0,193	0,3772	855,89
BLOQUE PB+7	928,59	0,07400	0,193	0,3772	598,20
NÚCLEO DE 5	5.438,88	0,07440	0,193	0,3772	3.505,90
NÚCLEO DE 4	4.510,29	0,07450	0,193	0,3772	2.907,78
BARRIADA	19.898,34	0,07444	0,193	0,3772	12.827,35

<u>AHORRO ECONÓMICO ASOCIADO</u>.-

Se presentan los ahorros económicos asociados al ahorro de agua que, **en el conjunto de la barriada, es de 29.572,91 €**. Esto supone un **ahorro anual por familia en su factura de 50,00 € aproximadamente.**

AHORROS ECONOMICOS ANUALES POR AGUA

UNIDAD DE ESTUDIO	AGUAS REGENERADAS m3/ año	AHORRO FACTURA AGUA UNIDAD €/año
BLOQUE PB+10	1.326,56	1.971,53
BLOQUE PB+7	928,59	1.380,07
NÚCLEO DE 5	5.438,88	8.083,26
NÚCLEO DE 4	4.510,29	6.703,19
BARRIADA	19.898,34	29.572,91

PROPUESTA Nº 5 REDUCCIÓN DE LA DEMANDA DE RIEGO EN LOS JARDINES DE LAS HUERTAS. Marzo 2015

INTRODUCCIÓN

Existen diferentes opciones para la mejora de los sistemas de riego de la barriada de Las Huertas, entre las que destacamos:

- **Xerojardinería**: se trataría de un tipo de jardinería en la que se incrementa el uso de plantas adaptadas al clima local, especialmente en relación a las demandas de agua.
- **Riego hidroeficiente**: consiste en implementar sistemas de riego que permiten aprovechar bien el agua de riego. Son ejemplos de estos sistemas el goteo o el riego por exudación.
- **Acolchado o mulching**: técnica consistente en poner sobre el suelo una capa protectora que permite, entre otras cosas, reducir la pérdida de agua por evaporación y controlar el crecimiento de malas hierbas.
- **Utilización de recursos alternativos**: uso de agua con calidad suficiente para el riego, pero quizá no apta para otros usos: aguas reutilizadas, pozos, captación agua lluvia, etc.

CONDICIONES DEL CONTEXTO

Podemos afirmar que el barrio de Las Huertas es una zona de la ciudad bien dotada en cuanto a zonas verdes, tanto por el número de elementos como por el cuidado hacia los mismos que, en muchos casos, realizan los propios vecinos y vecinas.



La superficie total es de **zonas verdes es de 4.672 m^2**, de los cuales 1.362 m^2 corresponden a zonas de césped, con una demanda de agua de unos 1.073 m^3/año, y el resto a diferentes formas de jardín, que se calcula pueden suponer unos 421 m^3/año de agua para riego, además de un gran número de alcorques arbolados.

En los elementos vegetados de la barriada, encontramos una gran variedad de especies, entre las que destacamos:



- **Arbolado en alcorque:** naranjos, plataneros y tipuanas.
- **Jardines de barrio**: Hay una gran diversidad de especies vegetales en estos elementos, tanto arbustivas como arbóreas, ornamentales y frutales (pinos, cipreses, palmeras, granados, naranjos, adelfas, rosales, jazmines, etc…). En muchos casos, el suelo se encuentra cubierto por césped.
- **Parques**: gran superficie de césped. Pérgolas con buganvillas. Parterres con especies ornamentales.
- **Muro verde**: hiedras y buganvillas.
- **Parterres:** matorrales de adelfa, lavanda, romero, etc.

Según se nos informa, los parques de gestión municipal y los jardines del Núcleo 1 son regados a través de **pozos**, mientras que los jardines pertenecientes a Núcleos 2,3 y 4 son regados con **agua potable de la red general.** Se observa que hay **buenas prácticas en el riego de estos jardines,** que se hace de una manera bastante eficiente. No obstante, en el **conjunto del barrio**, este gasto en agua de la red para riego se estima en unos **287 m^3/año**, lo cual supone aproximadamente unos **500 €/año de coste económico.**

DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES Y RESULTADOS ESPERADOS

En base a las características de la barriada, se propone analizar las siguientes medidas:



- **Acolchado o mulching** con corteza de pino de 10 cm de espesor en el 30% de la superficie de jardines que se riegan de la red. Teniendo un precio asequible, esta técnica ayuda a favorecer el mantenimiento de la humedad del suelo, permite regular la temperatura del suelo, controlar el desarrollo de maleza, proteger a las plantas más jóvenes y enriquecer el suelo con materia orgánica y nutrientes. Con ello se pretende **reducir en 50% de la demanda de agua en los jardines** gracias a la conservación de la humedad del suelo.

- **Realización de uno o dos nuevos pozos** : permitiría reducir el consumo de agua de las comunidades de vecinos de los núcleos 2,3 y 4 en un **75%,** lo cual ahorraría en el barrio unos **287 m^3/año** de agua de máxima calidad, y los sustituiría por aguas freáticas.

La **sustitución de especies** podría ser una medida especialmente recomendable en el área de césped, ya que es la que genera una demanda mayor. No obstante, si estas zonas son utilizadas como áreas de recreo puede ser interesante conservarlas.

Por otro lado, los **sistemas de riego** utilizados actualmente para regar el césped (aspersión) podrían ser mejorados. No obstante, en los jardines existen muy buenos hábitos de riego por parte de los vecinos que no harían necesaria una inversión en su automatización.

En los casos analizados, los ahorros que se producirían se resumen en el siguiente cuadro:

COSTES DEL AGUA	**Con riego**	**Pozo**	**Acolchado**
Consumo medio Bloque (m^3/trimestre)	7 m^3	1,50 m^3	3,8 m^3
Coste medio factura Bloque (€/trimestre)	34,36 €	24,74 €	28,82 €
Potencial ahorro por Bloque (€/trimestre)		9,62 €	5,54 €
Potencial ahorro Bloque (€/año)		**38,48 €**	**22,15 €**
Potencial ahorro Barrio* (€/año)		**500,21 €**	**288,00 €**

*Se consideran sólo los 13 bloques que no cuentan con riego por pozo actualmente.

COSTES ASOCIADOS

- **Construcción de un pozo**
  - Sondeo 45 €/m 20 m 900 €
  - Bomba sumergida 525 €/udad 1 525 €
  - Arqueta de registro 350 €/udad 1 350 €

TOTAL POZO_____ 1.775 € (+IVA)

Este precio NO INCLUYE la construcción de la caseta.

- **Acolchado con corteza de pino**

30% superficie de jardín 3,5 €/m^2 561 m^2 1.963 €

TOTAL ACOLCHADO_____1.963 € (+IVA)

Coste por bloque: 151 € (+IVA)

El precio incluye el coste de la corteza de pino pero no la mano de obra del acolchado. En caso de considerarlo ya colocado ascendería a 6,12 €/m^2.

DOCUMENTO Nº 6

PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN EN EL CASO DE ESTUDIO BARRIO DE LAS HUERTAS (SEVILLA).

PROPUESTAS PARA LA NATURALIZACIÓN DE LA BARRIADA

AQUA-RIBA

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

Proyectos de I+D+I relativos al ámbito competencial de la Consejería de Obras Públicas y Vivienda 2011 - 2013. Expediente: G-GI3001/IDIN

INFORME DE SEGUIMIENTO Nº3
Diciembre 2014

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

ÍNDICE

1. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA 3
   1.1 Información y antecedentes 3
   1.2. Datos de partida 5
   1.3. Métodos de cálculo 6
2. DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES 7
   2.1. Criterios de actuación. 7
   2.2. Marco normativo y administrativo 9
   2.3. Características técnicas 10
3. Procedimientos de diseño 15
   3.1. Forestación para captura de CO2 15
   3.2. Tratamiento de aguas grises mediante CAS. 17
   3.3. Huertos Sociales 19
4. REQUERIMIENTOS ESPACIALES-CONSTRUCTIVOS 19
5. OBJETIVOS/RESULTADOS ESPERADOS. 20
   5.1. Forestación para la captura de CO_2 20
   5.2. Tratamiento de aguas grises mediante sistemas CAS integrados en el entorno 20
   5.3. Huertos sociales 20
6. ANALISIS ECONÓMICO 21
   6.1 Inversión inicial 21
   6.2. Mantenimiento y operación 21
7. COMPONENTES SOCIALES 22

BIBLIOGRAFÍA 22

1. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA.

1.1 INFORMACIÓN Y ANTECEDENTES

Se define la propuesta del Plan de transformación del barrio de Las Huertas hacia una propuesta de naturalización que contribuya así mismo al concepto de BARRIO Sin CO_2 incardinando la valorización de espacios verdes y captura de CO_2 mediante especies vegetales, promoviendo la creación de huertos sociales y el aprovechamiento de aguas grises, previa depuración natural en los propios espacios del barrio.

El objetivo de esta propuesta es la conversión de los barrios productores de CO_2 a otro tipo diferente cuyos balances se minimicen lo más posible de forma continua en el tiempo, en base a actuaciones que sean sostenibles desde los puntos de vista social y económico, mientras se generan e inducen mejoras ambientales consistentes y duraderas.

Se trata de convertir la ciudad, barrio a barrio en entornos naturalizado y aunar estrategias que las erijan en agentes contra el cambio climático y sus efectos nocivos, incidiendo de forma emblemática en el balance de CO_2 de cada uno.

Para el desarrollo del Plan se implementan así mismo medidas de eficiencia energética, para ir equilibrando progresivamente producciones y capturas de CO_2, consumos y producciones de energía, de forma que se compensen las modificaciones producidas en el entorno, se propicie un aumento continuado de la biodiversidad y la recuperación de recursos de los residuos producidos.

El efecto invernadero en nuestro planeta es una de las causas de la existencia y permanencia de la vida tal y como la conocemos hoy siempre que éste se mantenga en sus niveles apropiados: dióxido de carbono (60%), metano (15%), óxidos de nitrógeno y otros gases -Ozono, hidrofluorocarbonos HFC, perfluorocarbonos PFC y derivados del azufre- (5%) y partículas (Figueroa y Suárez-Inclán, 2009). Sin embargo, en un intervalo inferior a 200 años hemos incrementado estos gases a una velocidad desmesurada lo que se traduce en un aumento de la temperatura global, con un decisivo efecto sobre el clima.

Una de las estrellas del cambio climático es el dióxido de carbono (CO_2) inmerso en el *ciclo biogeoquímico del carbono* (Strahler y Strahler, 1989) en el que intervienen de forma decisiva los seres vivos, especialmente las especies capaces de realizar fotosíntesis.

Definiendo los equilibrios múltiples de la naturaleza sobre los que incidimos: Si la vegetación se extiende aumentando su cobertura, podremos incrementar los sumideros naturales, pero si destruimos la vegetación, los aumentos de temperatura reducirán las capacidades fotosintéticas por estrés; por ejemplo incrementando el ozono troposférico en una ciudad y sus zonas metropolitanas, estaremos modificando los citados equilibrios.

Una vez perturbado el ciclo biogeoquímico del carbono, volver atrás es difícil, si no imposible, en un plazo que permita la supervivencia de las especies, su mantenimiento a diferentes escalas, incluidas las locales y regionales es ineludible para establecer estrategias de conciliación del desarrollo social con el equilibrio del planeta.

Según los valores de referencia del Protocolo de Kyoto, España es responsable de la emisión de 500 millones de Tn de CO_2 al año, estando en su conjunto un 52% por encima del valor que le correspondería, y Andalucía en un 55%.

La acción local resulta hoy en día imprescindible, con sinergias de gestión que contribuyan a compensar los citados efectos. Las ciudades y sus entornos urbanos, son las principales responsables y se presentan a su vez como puntos muy vulnerables, pero poseen un gran potencial para poner soluciones al problema siendo importante, la colaboración activa del ciudadano para lo cual es imprescindible su formación e información.

Las ciudades poseen mecanismos propios de relaciones de unas con otras y con su territorio, por ejemplo el programa "Ciudad 21" de la Consejería de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía puede llegar a ser una herramienta de naturalización y lucha esencial contra el cambio climático articulando a escala local la Estrategia Andaluza de Acción por el Clima.

Las actividades reconocidas por la bibliografía como compensatorias a escala local urbana han sido contempladas en el conjunto de esta propuesta siendo en general eficiencia energética de edificios, aislamientos térmicos, paramentos verdes, azoteas ecológicas, restauración de ecosistemas, riegos eficientes. En este ámbito, el estudio de las zonas verdes urbanas y las manchas de vegetación en territorio metropolitano resulta fundamental. No obstante, es imprescindible la actitud de los propios vecinos y su papel activo en la compensación y recuperación de equilibrios.

La mejor manera de contribuir a evitar el efecto de las emisiones es, lógicamente, no producirlas, por ello se deben fomentar las práctica de buenas maneras ecológicas y medioambientales.

Las medidas de naturalización en la Bda. de Las Huertas junto con las de ahorro y eficiencia energéticas, ya redactadas en su correspondiente apartado, pasan por la implantación de espacios vegetales en todos aquellos puntos del barrio que sea posible y quedan definidas en el punto 2. El arbolado urbano trabaja 24 horas al día para mejorar nuestra calidad de vida.

Las plantas son capaces de atrapar grandes cantidades de CO_2 a través de su proceso de crecimiento gracias a la fotosíntesis y devolver oxígeno a la atmósfera urbana en idéntica cantidad. Cuando empieza a desarrollarse una formación vegetal su capacidad de secuestro aumenta progresivamente con el tiempo. Se ha calculado que el árbol plantado en la ciudad es 15 veces más significativo en el papel global de captador de CO_2 que el plantado en el marco rural en la mayor parte de las latitudes, debido a la minimización de factores limitantes. Un árbol puede absorber en un año una cantidad de carbono equivalente a la que produce un vehículo en marcha a lo largo de aproximadamente unos 15.000 km.

En el marco creado por el protocolo de Kyoto, se recomienda que las posibilidades de plantación en las zonas humanizadas deben ser aprovechadas al máximo, junto con la potenciación y el mantenimiento de manchas de vegetación en los espacios metropolitanos.

Nuestros barrios deben tener conciencia de la importancia del sistema verde en el equilibrio urbano, tanto por la calidad de vida como por la diversidad biológica que permite. La función del sistema verde, del arbolado urbano como elemento esencial es múltiple.

Un barrio naturalizado supone por tanto, el incremento de su belleza, mejora de la salud personal de sus vecinos, contribuye a la reducción del consumo energético, beneficia el microclima urbano y el del propio barrio, mejora el balance económico del barrio, disminuye la contaminación por ruido , mantiene e incrementa la biodiversidad, ayuda a paliar el efecto invernadero y con ello, a reducir la contribución al cambio climático, secuestrando dióxido de carbono debido a su función como sumidero y cubre las necesidades profundas de acercamiento a la naturaleza del ser humano, dota a la ciudad de espacios para la educación sobre la naturaleza, satisface la necesidad de espacios libres, crea espacios sociales y posibilita el enlace ecológico con otros espacios naturales o seminaturales de la periferia urbana.

Realizada una evaluación de la ubicación actual de la vegetación en la trama urbana del barrio y con el objetivo de lograr el máximo confort, la preservación de la biodiversidad, el secuestro indefinido de CO_2 y la reducción de ruidos y radiaciones, se detalla a continuación la pantalla vegetal propuesta para incorporación a la Barriada de las Huertas, fomentando mediante arbolado de distinta tipología, introducir la máxima trama verde urbana e incrementando significativamente los espacios verdes del barrio.

La propuesta es aumentar drásticamente la cantidad y calidad de la biomasa verde del barrio. Esto se puede articular mediante la implantación de nueva vegetación e implementación de huertos urbanos. Se han analizado todos los espacios comunes exteriores así como los situados en edificios públicos como son los colegios Baltasar de Alcázar I y II. La zona más vulnerable que se ha detectado ha sido la franja longitudinal que separa el barrio de las vías del tren, donde no es solo aconsejable la captura de CO_2 si no también de radiaciones electromagnéticas y de sonido.

El agua gris generada en las viviendas del barrio de Las Huertas, podrá reutilizarse previo tratamiento mediante sistemas naturales que son también objeto de la presente propuesta.

Los huertos sociales tienen múltiples beneficios para los ciudadanos especialmente de tipo social, mejorando la calidad de vida, las relaciones intergenera-cionales, la alimentación saludable, la salud física y psicológica; de tipo económico y sobre el empleo, mejorando la renta familiar de numerosas familias, propiciando el ahorro y el consumo de productos locales; de tipo ambiental, favoreciendo la creación de espacios verdes y difundiendo la agricultura ecológica y, de tipo urbanístico, regenerando espacios baldíos y poniendo en valor solares en desuso y suelos abandonados de la actividad agrícola.

1.2. DATOS DE PARTIDA

Para el diseño de las actuaciones enumeradas en el apartado anterior se ha partido de los siguientes datos:

- Planimetría de la Barriada de las Huertas, actualizada por el equipo del proyecto AquaRiba, a partir de la cual se ha realizado la medición y ubicación de las especies vegetales propuestas para la captura de CO_2, la implementación de los huertos urbanos, cubiertas vegetales y la implantación de los CAS, sistemas para el tratamiento natural de las aguas grises.
- Resultados obtenidos en las encuestas realizadas *in situ* en la Barriada de las Huertas.

- Calidad de las aguas grises: Datos UWOT
- Precios unitarios para cálculo de presupuestos: Base de datos de la Junta de Andalucía. 2013.

1.3. MÉTODOS DE CÁLCULO

Para la elección de las especies más apropiadas para la captura de CO_2, se han seguido las indicaciones de Figueroa y Suárez-Inclán (2009).

Las especies finalmente elegidas han sido la combinación de Pino carrasco (Tabla 1) y Limonero (Figura 2), características por su alta capacidad de captura de CO_2.

Especie	Captura CO_2 (Kg/Ha año)
Pinus halepensis (Pino carrasco)	48.870 kg.CO2 año
Pinus pinea (Pino piñonero)	27.180 kg.CO2 año
Melia azederach (Melia)	5.969 kg.CO2 año
Quercus ilex (Encina)	5.040 kg.CO2
Qercus suber (Alcornoque)	4.537 kg.CO2
Gleditsia triacanthos	802 kg.CO2 año
Jacaranda ovalifolia (Jacaranda)	1.832 kg.CO2 año
Ulmus minor(Olmo)	762 kg.C.O2 año

Tabla 1. Captura CO_2 por unidad de superficie distintas especies

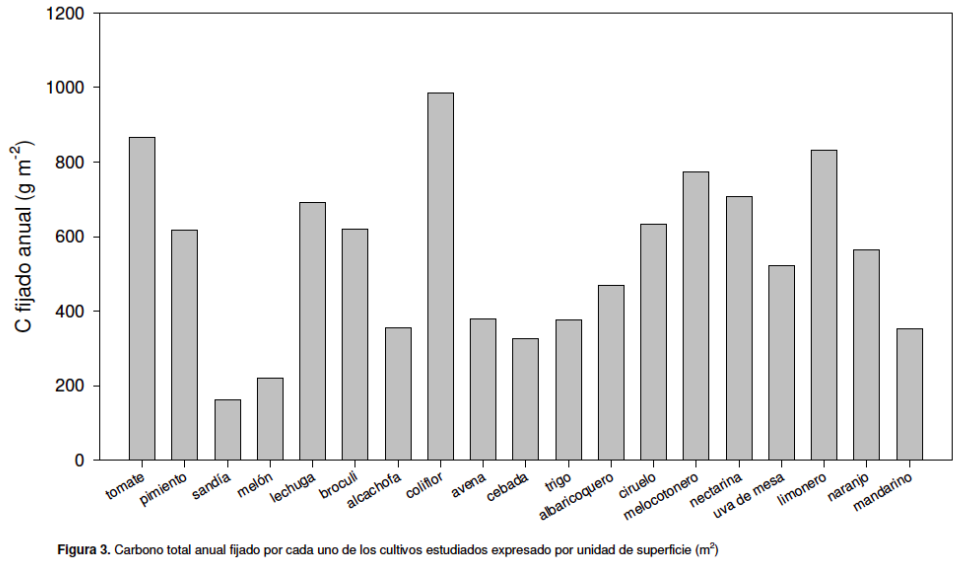


Figura 3. Carbono total anual fijado por cada uno de los cultivos estudiados expresado por unidad de superficie (m^2)

Figura 2. Carbono total anual fijado por distintos cultivos por unidad de superficie (LESS CO_2, 2012, CISC)

Para el diseño de huertos sociales se han seguido las directrices contenida en la "Guía para la creación de huertos sociales ecológicos en Andalucía" (CAPDR, 2013) Así mismo se han mantenido entrevistas con los responsables de la iniciativa de huertos

sociales llevada a cabo en el Parque del Alamillo, Sevilla para incluir su experiencia en el presente diseño.

Durante el año 2013 una iniciativa de huertos fue arrancada en el colegio Baltasar de Alcázar con buena aceptación por parte de padres y alumnos, que finalmente no llegó a madurar durante el presente curso por falta de posibilidades de dedicación del personal docente del centro.

El diseño de los sistemas de depuración de aguas grises mediante sistemas CAS se ha realizado en base a las indicaciones recogidas en el artículo "Experimental bases for the design of horizontal-subsurface flow treatment wetlands in naturally aerated channels with an anticlogging stone layot" (Pozo-Morales, L. et al., 2014)

El diseño de la Unidad Sanitaria Básica, USB, para instalar en los huertos sociales se ha realizado en según se describe en la web, www.aguapedia.org del Grupo de Investigación TAR de la Universidad de Sevilla.

2. DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES

2.1. CRITERIOS DE ACTUACIÓN.

En el objetivo final de lograr la naturalización del Barrio , intervienen principalmente actuaciones de eficiencia energética vegetación de sistemas y tratamientos naturales de aguas grises para su reutilización. Con respecto a las primeras se han definido en el presente documento las propuestas de medidas a llevar a cabo en interior de edificios y de las propias viviendas que constituyen estrategias de ahorro energético. Para ello se estudian los usos del agua doméstica y se desarrollan rutinas de ahorro de agua y de energía en su manejo en el hogar y a nivel comunitario. Se evalúan diferentes alternativas de manejos de agua a nivel de barrio, gestión de la presión del suministro, gestión de aguas de lluvia, tratamiento y reutilización "in situ" de las aguas grises, buscando una mejor eficiencia energética, del recurso y de los costes de gestión.

Para la construcción y desarrollo de las medidas de naturalización, se presentan tres focos principales sobre los que vamos a orientar las actividades de naturalización.

1.- Captura de CO_2

Se propone una actuación de reforestación y revegetación con especies autóctonas que capturen gran cantidad del citado gas y no generen problemas de mantenimiento posterior.

Sobre el tipo de árboles a plantar, es sabido por todos que los árboles juegan un papel importante en la captación de CO_2 a lo largo de toda su vida. Pero no todos los árboles tienen la misma capacidad de absorción. Los factores más influyentes en esta capacidad son la especie, el tamaño y su distribución. No se debe olvidar que hay que utilizar especies que soporten las características climáticas y mejoren la calidad de vida en el entorno del barrio.

Las especies que más CO_2 absorben son la Melia, Acacia, Jacaranda, Olmo, Pino carrasco, Pino piñonero y alcornoque. (Figueroa, 2007). Hay que combinar la capacidad

de absorción con aspectos de biodiversidad para poder albergar a otras especies arbóreas o arbustivas.

Las pantallas vegetales protegerán así mismo de las radiaciones de las líneas eléctricas del AVE cercanas al barrio. Es conocida la función de pantalla que realizan las especies vegetales, convenientemente dispuestas para minimizar ondas en circulación, bien sea sonido o radiaciones electromagnéticas.

2. Reutilización de aguas grises

Se plantea la reutilización de las aguas grises generadas en todas las viviendas, para cubrir necesidades de riego, mediante sistemas naturales perfectamente integrados en los propios jardines ya existentes.

Estos sistemas consisten en canales rellenos de piedra debidamente organizada, a través de los cuales circula el agua gris en régimen subsuperficial. Dichos canales van sembrados de plantas que intervienen en la depuración del agua y les confieren un aspecto agradable a la vista por lo que se integran a la perfección en jardines del tipo de los comunitarios existentes en el Barrio de las Huertas. El agua gris experimenta una mejora de su calidad a niveles acordes para ser reutilizada en riego de jardines y vegetación ornamental.

3. Proyecto de huertos familiares.

En función de la finalidad a la que se destinan los huertos pueden actuar como huertos de subsistencia, comerciales, de ocio, huertos sociales, huertos educativos, huertos científicos. Igualmente, en un mismo huerto pueden darse varias finalidades de manera paralela y complementaria (ocio, social, educativo). Nuestra propuesta consiste en la implementación de huertos sociales, aunque lógicamente también ejercerán estos funciones de ocio y educativas entre otras.

La organización de las parcelas se realizará con diferenciación entre huertos individuales/familiares y huertos colectivos/comunitarios, entendiendo que los primeros serán aquellas parcelas trabajadas únicamente por una persona o una sola familia mientras que los segundos, aquellas cultivadas por un grupo de personas cuyo número irá en función del tamaño de la propia parcela.

Normalmente los huertos tendrán una disposición rectangular siguiendo un plano ortogonal o en damero, facilitando siempre que existan espacios comunes y se priorice la creación de un espacio público para todas las edades que fomente la convivencia, la relaciones sociales, el ocio, la educación y el contacto con la naturaleza. Deben quedar previstos así mismos los espacios para la instalación de las infraestructuras básicas (agua, electricidad), comunicaciones (caminos, entradas, salidas), espacios libres (zonas comunes y de reunión para los hortelanos), equipamientos (semillero, invernadero, casetas, compostera).

Antes de iniciar el proyecto de creación de los huertos sociales se mantendrán reuniones con los agentes sociales interesados, realizando un sondeo de la demanda de participantes y en función de los resultados obtenidos crear más o menos parcelas ajustando su tamaño. Las experiencias existentes en Andalucía presentan una amplia horquilla de tamaños (30 m^2 - 150 m^2).

Aunque casi todos los terrenos pueden ser aptos para el cultivo de hortalizas, verduras y legumbres, se aplicarán las enmiendas específicas para hacer de él un lugar fértil y equilibrado.

En cuanto al agua y riego de los huertos será interesante poder realizarlo a partir de los pozos disponibles en la comunidad, a los que habrá que realizar los correspondientes aforos ya si éstos no son suficientes para cubrir la demanda que finalmente representen los huertos será preferible primar el uso de agua de pozo para esta modalidad y destinar el agua gris regenerada en los CAS al riego de la superficie vegetal actualmente existente en el barrio y la de nueva implantación que en ningún caso aportarán frutos para consumo humano.

En cualquier caso, será preceptivo realizar un análisis previo del agua que se va a utilizar para el riego de los huertos a fin de evaluar su calidad agronómica y evitar algún tipo de contaminación de la misma. Del mismo modo, un análisis periódico del agua garantizará que conserva sus propiedades sin riesgos para la salud de las personas. Los análisis también informarán de la salinidad del agua que afecta a los cultivos hortícolas. La actuación propuesta de implantación de SUDs permitirá contar con una recarga anual de 8.405,23 m·/año (Ver documento nº5).

La orientación de los huertos se realizará teniendo en cuenta así mismo la incidencia de los rayos solares ya que para la horticultura lo ideal es la luz directa del sol. Los terrenos parcialmente o completamente sombreados pueden proporcionar menos cosecha y más facilidades para la existencia de enfermedades de las plantas. Para la posterior elección de cultivos es preciso conocer que existen hortalizas que soportan mejor la sombra como las de hoja verde, así como hierbas tipo perejil, la menta o cilantro.

La cantidad, calidad del aire y la dirección del viento también son importantes para la localización de los huertos sociales ecológicos. En una zona como el Barrio de las Huertas, con tráfico muy denso en las inmediaciones es recomendable conocer la calidad del aire mediante la realización de análisis efectuados por laboratorios acreditados, aunque es difícil establecer los valores mínimos de contaminación que afectan a las plantas, ya que varían mucho según las especies y la constitución de cada especie.

Se instalará una unidad sanitaria básica, consistente en un módulo prefabricado, para uso de los agricultores donde con aseos completamente equipados. La línea de agua potable la tomará de la red. Estas aguas se elevan a un módulo superior desde donde se distribuyen a los lavabos y las duchas. Con la instalación de un termo alimentado por placas solares en la cubierta se puede contar con agua caliente. En el módulo inferior se sitúan los inodoros que recibirán como alimentación a las cisternas las aguas grises del módulo superior.

2.2. MARCO NORMATIVO Y ADMINISTRATIVO

Reglamento (CE) 834/2007 del consejo de 28 de junio de 2007 sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos y por el que se deroga el Reglamento (CEE) No 2092/91.

Reglamento (CE) 889/2008 de la comisión de 5 de septiembre de 2008 por el que se establecen disposiciones de aplicación del Reglamento (CE) 834/2007 del Consejo

sobre producción y etiquetado de los productos ecológicos, con respecto a la producción ecológica, su etiquetado y su control.

Real Decreto 1620/2007, de 7 de diciembre, por el que se establece el régimen jurídico de reutilización de aguas depuradas.

2.3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Forestación para captura directa de CO_2

Se han elegido las especies de Pino Carrasco y Limonero para su plantación en distintas zonas del Barrio de las Huertas que a continuación se detallan. Han sido elegidas estas especies por ser, dentro de las que se aptan al entorno estudiado, las que más tasa de captura de CO_2 presentan. Sus principales características son:

Pino carrasco:

Nombre científico o latino: Pinus halepensis. Otros nombres comunes son Pino de Alepo, Pino Alepensi, Pino blanquillo, Pino borde, Pino carrasqueño. Pertenece a la familia de las Pinaceae, región mediterránea. Se le puede encontrar en todas las partes limítrofes del mar Mediterráneo de África, Asia y Europa.

En función de sus aplicaciones se le clasifica como una especie forestal y ornamental y con gran potencial de captura de CO_2. Tiene un tamaño: De 15 a 20 m de altura y de 5 a 7 m de diámetro. De forma ovalada o piramidal desde la base que se abre y se vuelve más irregular con la edad. Sus ramas verticiladas al principio, en seguida comienzan a aparecer de manera más anárquica sobre el fuste. La corteza tanto en el fuste joven como en las ramas tiene coloración grisácea o plateada que se torna más oscura, pardo rojiza y con teselas alargadas con la edad. Yemas apuntadas con base cilíndrica, sin resina y recubiertas de escamas pardas. Hojas perennes, agujas finas de 6 a 15 cm de largo, agrupadas de dos en dos, a veces de tres en tres, color verde claro, lisas. Presenta floración a mediados de primavera; sin interés ornamental. Los frutos son conos o piñas ovoides, simétricos, de 8 a 12 cm de largo, fructificación en otoño cada dos años. Su madera no es muy apreciada, es resinosa, de baja calidad mecánica, y se usa para la obtención de brea fabricación de muebles y combustibles. Su papel ornamental es importante en jardines de zonas áridas donde otras especies fracasan.

Se usa en grupos en filtros visuales y acústicos, como ejemplar aislado, como elemento protector contra la erosión en zonas áridas del litoral y soporta la sequía mejor que ningún otro pino, así como la contaminación, el viento, las heladas, la cal, pero no la sal. Crece rápidamente en todos los terrenos, no tolera los fríos intensos. Tasa de absorción de CO_2: 48.870 Kg CO_2/Ha año.



Figura 3. Pino Carrasco

Limonero:

Nombre Científico: Citrus limón de la familia de las Rutáceas, porte más abierto (menos redondeado que el naranjo). Hojas sin alas. Desprenden olor a limón. Fruto: hesperidio. Sólo se consume en fresco en el terreno gastronómico, su uso está más aplicado como zumo en condimentos para sopas, bebidas, ensaladas, platos de pescado y cientos de postres de pastelería. El zumo es de gran valor dietético, aporta minerales, hídricos, vitaminas y glúcidos, se usa para fabricar bebidas refrescantes y además tiene propiedades diuréticas y facilita la digestión. La corteza se usa en perfumería, pastelería y en la confección de licores. Presenta una producción bastante aceptable en suelos pobres, pedregosos y poco profundos, aunque es muy sensible a la salinidad. Tasa de absorción de CO_2 106.933 Kg CO_2/Ha año.



Figura 5: Limonero

Tratamiento de aguas grises mediante sistemas CAS:

El sistema de tratamiento de aguas grises consiste en un canal completamente impermeabilizado, que se rellena con un lecho de piedras debidamente organizadas, que conforman un medio para la depuración subsuperficial del agua y aseguran un circuito interno de aireación natural forzada, a través de las dos conexiones que presenta con el exterior: pozos aireadores en los primeros metros en combinación con chimeneas de respiración en los últimos. Éste último evita la aparición de obstrucciones en el sistema.

El sistema se compone de tramos de canal tipo, de 10 m de longitud y 1 de anchura y profundidad que se pueden conectar en serie hasta alcanzar la longitud necesaria para una determinada calidad de agua de salida. Cada tramo se rellena con piedra angulosa organizada por tamaños (200 a 50 mm) según la diagonal longitudinal del canal, de modo que la piedra de mayor granulometría ocupa los primeros metros para ir dando paso a menores tamaños y por tanto a una disminución progresiva del hueco por el que pasa el agua conforme es transportada. Este hecho da lugar a pequeños aumentos de velocidad (mayores cuanto mayor es el caudal circulante) en el agua causantes de pequeñas depresiones en la misma, que favorecen la circulación del aire procedente del exterior por el interior del canal, evitando procesos anaeróbicos severos en la masa de agua circulante.



El agua gris efluente se incorpora al CAS y es tratada a través del mismo en régimen subsuperficial. Los pozos situados en el primer y último metro de cada uno de los tramos que componen el canal permiten el mantenimiento del mismo, que debe realizarse anualmente. Dicho mantenimiento consistirá en la extracción de los fangos depositados en la base tras una inyección de agua en contracorriente por medio de una manguera a la presión de circulación por la red.

Figura 6. CAS

Tanto los criterios de cálculo como las bases de montaje y construcción de estos sistemas se adjuntan de manera esquemática en la tabla adjunta (Pozo-Morales et al. 2014)

Tabla 2. Criterios de diseño CAS

CAS	
	Criterios de diseño
Tipo de piedra	Angular
Granulometría	50 – 200 mm
Organización	Decreciente según diagonal longitudinal
Porosidad	Decreciente: 1ºs m 73%; Central m 62%; Final m 51%
Conductividad Hidráulica	Uniformemente decreciente
Superficie específica	Uniformemente decreciente
Geometría	Ancho:Largo = 1:10
Reactor	Flujo pistón
Aireación	Circuito Natural de Aireación Forzada
Monitorización y Modelado	Metro a metro, no caminos preferenciales ni zonas muertas
Diseño	Modular: Canales tipo replicables: Paralelo en función de la carga transversal de entrada (ancho) Serie,según el rendimiento requerido (longitud)
Operación	Posible alternancia de canales
Mantenimiento	Interior accessible a través de los pozos

CARGAS HORIZONTALES DE DISEÑO			
ZONA	**TRH (m^3/m^2 d)**	**SST LR (g/m^2 d)**	**DQO LR (g/m^2 d)**
Germany	0.3	3	
UK	0.12	7	< 5
USA	0.02	2	
CAS	0.07 – 0.53	10	64

CARGAS TRANSVERSALES	
	BOD LOADING RATE (g/m^2 d)
CAS	1000

Huertos sociales:

Las parcelas se diseñarán con un trazado cuadrangular o rectangular previendo la creación de un espacio libre en el centro, a modo de plaza que favorecerá el contacto entre los diferentes hortelanos y grupos. Un camino perimetral que circunde la totalidad de las parcelas por varios motivos permitirá disponer de un espacio público para recibira visitas de escolares o grupos de ciudadanos y un camino perimetral permite mejor accesibilidad y mayor visibilidad al conjunto de las parcelas. El huerto social será un espacio público debe cuidar con exquisitez la calidad visual, la imagen y el paisaje. El camino perimetral además proporciona la posibilidad de poner setos vivos (aromáticas) en todo el borde exterior de las parcelas. Se preverá la creación de parcelas adaptadas a personas con movilidad reducida. Se recomienda un mínimo de 4 personas para parcelas de menos de 100 m y un máximo de 12 personas si la parcela supera los 100 m. La orientación de las parcelas para que la luz llegue en el mejor ángulo posible. Para ello, se aconseja que la disposición de las parcelas y de las hileras de cultivos sea norte - sur. La separación de las parcelas se realizará con hilera de ladrillos fijos en el suelo y/o utilizando setos vivos o alguna valla de madera de baja altura. De este modo, se señala claramente cuál es la superficie de cada parcela facilitando al mismo tiempo el contacto social entre los hortelanos, al no tener que superar vallados de gran altura.

El tamaño de las parcelas oscila entre los 70-80 m^2/parcela por familia.

Existen varias posibilidades para el riego de los huertos sociales. Los más utilizados son el riego tradicional, riego por encharcamiento. Si la superficie es amplia, el agua se desplaza cubriéndola total o parcialmente, conducida sola- mente por la diferencia de cota entre un punto y otro debido de la fuerza de gravedad. Aspersión, el agua se aplica sobre la planta y la superficie del suelo en forma de lluvia muy fina, mojando una zona determinada. Goteo, es uno de los sistemas de riego localizado más utilizado en la actualidad. El agua circula a presión por la instalación hasta llegar a los goteros, en los que se pierde presión y velocidad, saliendo gota a gota.

El riego se realizará por goteo ya que es el sistema más efectivo (95 %) para el ahorro de agua y el aporte adecuado a las plantas. Una hectárea de huertos necesita aproximadamente 5mm de agua por día, lo que equivale a 5 litros por m; eso significa en promedio unos 50.000 litros por día.

Tabla

DEMANDA PARA RIEGO HUERTOS	sept	oct	nov	dic	enero	feb	maz	abr	may	jun	jul	ago	TOTAL
Requerimientos Huerta (1xET0) (l/m2)	143,57	93,64	53,06	40,00	40,69	53,73	86,05	106,07	148,97	180,56	225,44	208,64	
(Requerimiento-Precipit-Escorr)/mes (m3)	1.238,11	323,62	-217,03	-355,29	-212,53	-109,70	229,73	593,31	1.186,61	1.688,78	2.236,65	2.054,11	9.550,92
Demanda (goteo, 95% rendimiento) (m3)	1.303,28	340,65					241,82	624,54	1.249,06	1.777,66	2.354,37	2.162,22	10.053,60
Infiltración Huertos (m3)			217,03	355,29	212,53	109,70							894,54

El acceso a los huertos deberá ser universal, es decir, al ser un espacio público, estará permitido el acceso al recinto de huertos a todos los ciudadanos, independientemente de su condición de hortelanos/as o vecinos/as del barrio. Es interesante situar en la puerta principal paneles informativos explicando: El proyecto (iniciativa, objetivos, patrocinadores, logos, etc.), las normas básicas de convivencia, como el acceso universal, libre y gratuito, las sanciones por vandalismo o robo, etc., el horario de apertura, el contacto telefónico y por correo electrónico del Ayuntamiento y de algún responsable del huerto.

En todo caso, es preciso tener en cuenta criterios de accesibilidad para personas con movilidad reducida.

En la localización de los huertos hay que considerar la existencia de alguna línea eléctrica. Una opción muy recomendable es apostar por la instalación de diversas placas solares o pequeños molinos eólicos como fuentes de energía, adaptando su tamaño y colocación al espacio disponible, sin alterar el paisaje de los huertos o del entorno.

Se antepondrá la utilización de setos vivos frente a muros o alambradas para mejorar el paisaje y el entorno el seto permite una mejora microclimática, optimizando las condiciones y el rendimiento de los cultivos. También actúa evitando la erosión, reduciendo la escorrentía superficial, facilitando la infiltración y la formación de reservas de agua, ayudando a consolidar márgenes e incluso actúan creando una barrera que protege, en cierta manera, de la deriva química de otras parcelas cercanas. Por último que el seto, además, nos va a permitir mejorar la biodiversidad del huerto, sirviendo de refugio para la fauna auxiliar que nos va ayudar a controlar las plagas.

Unidad Sanitaria Básica para los hortelanos

Será necesario disponer de algún espacio para guardar las distintas herramientas. Si no se prevé, los propios vecinos van a construirlos de diferentes maneras utilizando diversos materiales. Estos habitáculos son objetos de bricolaje que aprovechan restos y desechos de maderas, chapas o ladrillos. En ocasiones, el resultado es bastante aceptable y desastroso en otras, por lo que la imagen y el paisaje de los huertos pueden verse fuertemente dañado.

La unidad sanitaria básica permitirá el aseo de los hortelanos, acercando a los huertos sanitarios y un pequeño espacio de almacenaje.

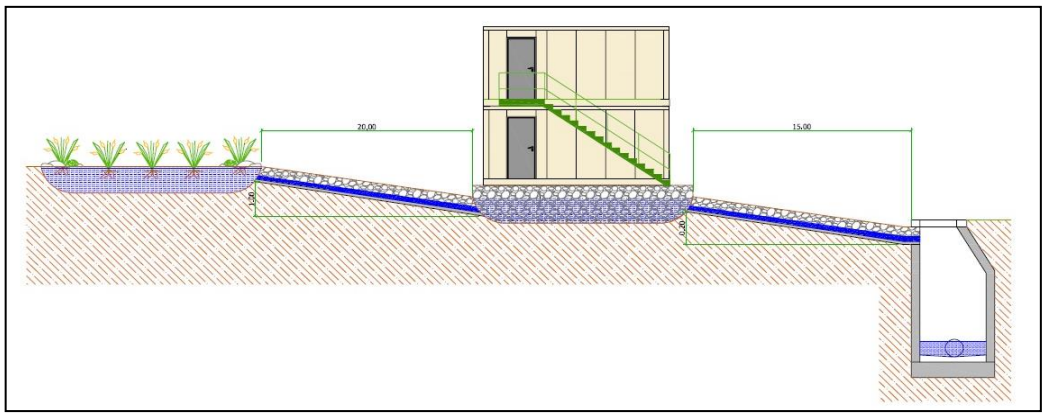


Figura 7. Unidad Sanitaria Básica

En una compostera los hortelanos podrán depositar los restos vegetales que deberán disponer de chimeneas o sistema de ventilación para permitir la entrada de oxígeno, apertura y cierre superior por la que introducir los restos vegetales, base en contacto con la tierra, para permitir la entrada de aire y acceso de los organismos que habitan en el suelo y se encargan de la descomposición de los materiales, fuente de agua cercana para poder humedecer el compost cuando sea preciso.

3. Procedimientos de diseño

3.1. FORESTACIÓN PARA CAPTURA DE CO2

Para la captura de CO_2 se propone la plantación de Pino Carrasco a lo largo de la valla que separa la Barriada de las Huertas de las vías del tren. La pantalla vegetal también actuará captando radiaciones sonoras y electromagnéticas.

Así mismo se establecerá una hilera de Pino Carrasco a lo largo de la Avda. de Kansas City durante todo el recorrido de la Barriada de las Huertas.

En las zonas interiores del barrio donde se ha detectado carencia de vegetación, se propone la plantación de Limonero.

En apartado 5 se ubican las zonas denominadas PC (Pino Carrasco) y L donde se indica el lugar para la plantación de las citadas especies.

CÁLCULO DEL NÚMERO DE EJEMPLARES SEGÚN EL TIPO A IMPLANTAR EN LA BARRIADA DE LAS HUERTAS

Nº Viviendas	600,00	
Nº habitantes por vivienda	2,65	
Total vecinos	1.590,00	
Emisión media CO_2 persona/d	4,50	kg CO_2/pers d

Ejemplares de Pino Carrasco

Situación	Longitudinal s/ vias del tren	
Superficie total a plantar de pino carrascto longitudinal frente al vias del tren (*):		
(*) Según planimetría proyecto Aquarriba		
Área 1	202,99	m^2
Área 2	58,58	m^2
Área 3	929,83	m^2
Área 4	154,97	m^2
Área 5	273,98	m^2
Área 6	79,48	m^2
Total superficie Pino Carrasco	1.699,83	m^2
Superficie total a plantar de pino carrasco longitudinal frente Avda. Kansas City	1.700,00	m^2
Total superficie Pino Carrasco	**3.399,83**	**m^2**

Ejemplares de Limonero

Situación	S/plano adjunto	
Longitud a plantar de Limoneros según planimetría L1	162,20	m^2

Longitud a plantar de Limoneros según planimetría L2	160,00	m^2
Longitud a plantar de Limoneros según planimetría L3	100,00	m^2
Longitud a plantar de Limoneros según planimetría L4	100,00	m^2
Longitud a plantar de Limoneros según planimetría L5	160,00	m^2
Longitud a plantar de Limoneros según planimetría L6	280,00	m^2
Longitud a plantar de Limoneros según planimetría L7	110,00	m^2
Longitud a plantar de Limoneros según planimetría L8	300,00	m^2
Longitud a plantar de Limoneros según planimetría L9	110,00	m^2
Total superficie Limoneros	1.482,20	m^2
Intervalo entre Limoneros	5,00	m
Nº Limoneros	**296,44**	**ud**

CÁLCULO DE LA CAPTACIÓN DE CO_2

Capacidad unitaria de captación de CO_2 Pino Carrasco/año	48.870,00	kg CO_2/Ha año
Total superficie plantada de Pino Carrasco	3.399,83	m^2
Capacidad total de captación de CO_2 Pino Carrasco/año	**16,61**	**Tn CO_2/año**
Capacidad unitaria de captación de CO_2 Limonero/año	106,93	kg CO_2/árb año
Capacidad total de captación de CO_2 Limoneros/año		
Capacidad total de captación de CO2 Limoneros/año	**31,70**	**Tn CO_2/año**
TOTAL CAPTACIÓN CO_2	**48,31**	**Tn CO_2/año**

EMISIONES DE CO_2 EN BARRIADA DE LAS HUERTAS

Nº Viviendas	600,00	viviendas
Nº habitantes por vivienda	2,65	l/hab viv
Total vecinos	1.590,00	vecinos
Emisión media CO_2 persona/dia	4,50	kg CO_2/pers d
Total emisiones Barriada Las Huertas	**2.611,58**	**Tn CO_2/año**

BALANCE CO_2

Total emisiones de CO_2	**2.611,58**	**Tn CO_2/año**
Total compensación: captura de CO_2	**48,31**	**Tn CO2/año**
% de compensación	**1,85**	**%**

3.2. TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES MEDIANTE CAS.

En los jardines interiores de la Barriada se propone la instalación de los sistemas de tratamiento de aguas grises CAS, para su reutilización.

En el punto 4 se detalla su ubicación.

Se propone el reparto del total de aguas grises en 6 unidades de CAS, perfectamente integrados con el entorno.

HOJA DE CÁLCULOS FUNCIONALES

SISTEMA DE DEPURACIÓN DE AGUAS GRISES MEDIANTE CAS EN BARRIADA DE LAS HUERTAS. SEVILLA

DATOS DE PARTIDA

POBLACION DE DISEÑO	
Habitantes:	1.590
Habitantes equivalentes (Hab-eq.):	144
Dotación (l/Hab-eq/dia):	108,5

CAUDALES DE DISEÑO	**Caudales**
Caudal diario (m3/día):	173
Caudal medio [Qm] (m3/h):	7,19
% Aguas grises	31,60
Caudal diario aguas grises (m3/día):	54,51

CARGAS CONTAMINTANTES AGUAS GRISES	**Concentración mg/l**	**Carga diaria Kg/dia**
DBO5:	50,00	8,63
S.S.:	75,00	12,94

RENDIMIENTOS MÍNIMOS DE PLANTA	**Rendimientos**	**Concentración Máx**	**Salida de Planta**
CALIDAD DEL EFLUENTE	**%**	**mg/l**	**Kg/día**
Eliminación DBO5:	50,00%	25,00	4,31
Eliminación S.S.:	53,33%	35,00	6,04

CAS	**Qmed**
Caudal de distintos aportes:	
Caudal Total (m3/d):	54,51
Caudal (m3/h):	2,27
Nº CAS a instalar	6,00
Caudal por CAS (m3/d):	9,09
Concentración DBO (mg/l)	50,00

Masa Total DBO (Kg/d)	2,73	
Masa Unitaria DBO (Kg/d)	0,45	
Concentración SST (mg/l)	75,00	
Masa SST (Kg/d)	4,09	
Masa Unitaria SST (Kg/d)	0,68	
Tipo de canal:	CAS	
Tramo		
Diámetro TAE (m)	0,500	
Longitud unitaria por tramo (m)	10,00	
Volumen TAE	1,96	
% agua en la TAE	0,60	
Sección tubería agua eq. (m2)	0,12	
Diámetro tubería agua eq. (m)	0,39	
Volumen unitario de tubo/reactor (m3)	1,18	
Nº de drenes en paralelo (uds.)	30,00	
Volumen total de reacción Tramo 1 (m3)	35,34	

ANÁLISIS TRAMO

Caudal total afluente a este tramo (m3/d)	9,09	
Tiempo de retención hidráulico (h)	93,36	
DBO		
Concentración DBO (mg/L)	50,00	
Masa de DBO5 entrada al dren (Kg DBO5/día)	0,45	
Carga Volumétrica MO (gDBO5/m3 de reactor)	12,85	
Rendimiento	83,87%	
Masa DBO5 eliminada (Kg DBO5/día)	0,38	
Masa DBO salida (Kg DBO5/día)	0,07	
Concentración DBO5 salida (mg DBO5/L)	8,07	< 25 mg/L apto reutilización
SST		
Concentración SST (mg/L)	75,00	
Masa de SST entrada al dren (Kg SST/día)	0,68	
Carga volumetrica SST (g SS/m3.dia)	19,28	
Rendimiento	64,69%	
Masa SST eliminada (kg/d)	0,44	
Masa SST salida (g SST/día)	0,24	
Concentración SST salida (mg SST/L)	26,48	< 35 mg/L apto reutilización

Se estarán produciendo con esta actuación un total de 54,51 m^3 de aguas grises con calidad suficiente para reutilización en determinados usos (RD 1620/2007) por lo que un depósito con capacidad de 100 m^3 permitiría una capacidad de almacenamiento de dos días, para riego o las necesidades que se determinen finalmente. No es aconsejable un almacenamiento superior si no se acompañan de tratamientos de desinfección.

3.3. HUERTOS SOCIALES

Se propone la utilización de los terrenos situados junto al colegio Baltasar de Alcázar II para la implementación de huertos sociales. En el punto 5, se muestra la ubicación de los mismos.

Como se ha indicado en el apartado anterior, será necesario determinar el interés de los vecinos del barrio para cuantificar la demanda de los citados huertos.

Se dispondrá en principio de dos tipos de huertos en función de sus dimensiones:

Huerto Familiar, para 4 personas de 35 m^2.

Huerto Comunitario, 70 m^2.

La extensión total requerida para la ubicación de los huertos, suponiendo una demanda de los mismos de un 40%, será de 10.000 m^2. Cada huerto supondrá una demanda de agua para riego diaria de 175 l/huerto/dia, la cual debe venir dada por los pozos que actualmente se utilizan para riego de jardines, siendo más aconsejable regar éstos últimos con agua reutilizada en los CAS y tomar directamente de los pozos el agua para riego de huertos, por garantía sanitaria.

No obstante, lo anterior queda supeditado a los resultados de los análisis de calidad de agua de pozo que deberán llevarse a cabo, en caso de que esta propuesta se lleve a cabo finalmente.

En la zona de huertos se instalará una unidad sanitaria básica, para aseo y almacenamiento de útiles de los vecinos usuarios.

4. REQUERIMIENTOS ESPACIALES-CONSTRUCTIVOS

Se adjunta un plano con la ubicación de las actuaciones descritas en el presente apartado de naturalización, donde quedan mostrados la situación de los árboles captadores de CO_2 el parcelario para instalación de huertos sociales y el sistema de tratamiento de aguas grises CAS, para reutilización de las mismas (puntos designados como C1 a C6). La zona destina a huertos sociales se designa con la letra H en el plano, donde se ubicará así mismo la USB.

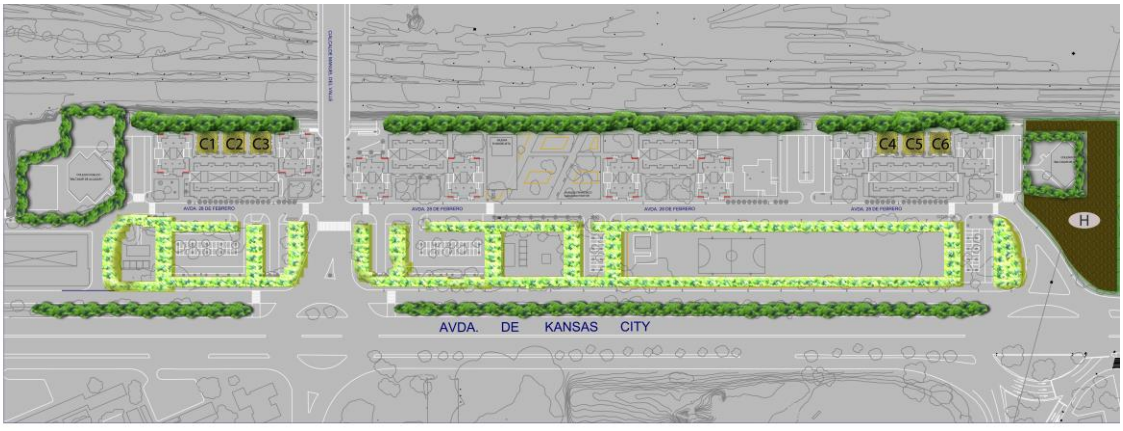


Figura 8. Situación de las actuaciones de Naturalización en la Bda. Las Huertas: Forestación con Pino Carrasco (PC) y Limonero (L), unidades de depuración (C1 a C6) y zona de huertos (H)

5. OBJETIVOS/RESULTADOS ESPERADOS.

5.1. FORESTACIÓN PARA LA CAPTURA DE CO_2

Teniendo en cuenta que, como media, en España, cada ciudadano emite con su actividad unos 4,5 Kg/CO2 al día y la propuesta de plantación de especies capturadoras de dióxido de carbono, realizada, el porcentaje de captura previsto por los mismos representa un 1,85 % del total del CO_2 emitido como puede verse en el punto 4.

No obstante consideramos esta acción interesante ya que no son solo las captaciones de gases efecto invernadero las ventajas que introduce si no su actuación como pantalla ante radiaciones sonoras y electromagnéticas especialmente importante en la franja de viviendas colindantes con las vías del tren. Así mismo, en el horizonte final del programa, se busca aplicar este concepto piloto en el barrio, para extenderlo luego progresivamente a más barrios y municipios, de forma que se generalice una reducción en los impactos negativos de las poblaciones, con una serie de actividades que propicien la transformación permanente del barrio. La elevada densidad de población que presenta la barriada de las Huertas frente a la escasa disponibilidad de terreno para plantación, es una muestra de situación desfavorable de una barriada urbana.

Destacar que ésta es una actividad financiable en el Programa Clima del Ministerio de agricultura, alimentación y medioambiente en el entorno del Protocolo de Kioto, que obliga a España y al resto de los países europeos a reducir su cuota de "CO_2 país". Convocatoria 2014 FES-CO_2, del Magrama.

A nivel de Andalucía, un Barrio sinCO_2 se inscribe en la nueva política de construcción sostenible propiciada por el gobierno andaluz.

A nivel europeo cabe destacar el Programa de Asistencia Local en el Sector de la Energía (ELENA). Fue creado en 2009 por la Unión Europea a fin de conseguir incentivar los proyectos en materia de eficiencia energética y potenciar las fuentes renovables.

5.2. TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES MEDIANTE SISTEMAS CAS INTEGRADOS EN EL ENTORNO

El cálculo de las necesidades de sistemas CAS para la depuración de las aguas grises considerando el volumen total generado en la barriada de las Huertas, demuestra que es viable obtener mediante estos sistemas la calidad necesaria para su reutilización en riego de especies que no den frutos comestibles, ya que no se contempla la eliminación de patógenos. Los niveles de contaminación en materia orgánica y sólidos quedan ampliamente por debajo de los límites fijados por el RD de reutilización de aguas para los usos citados.

5.3. HUERTOS SOCIALES

Desarrollar experiencias de agricultura ecológica, favoreciendo la adquisición de conocimientos, valores y técnicas para la autoproducción de alimentos por parte de los vecinos, contribuyendo así a la soberanía alimentaria es uno de los más importantes resultados esperados con esta actuación. Así mismo se conseguirá fomentar la utilización

óptima de los recursos locales y naturales, fomentar la relación y comunicación entre los vecinos, adoptando actitudes de colaboración y solidaridad, motivar la integración entre las distintas generaciones y colectivos sociales, mejorar la salud de los ciudadanos a través del ejercicio físico y la alimentación saludable, favorecer el acceso de colectivos desfavorecidos a alimentos frescos y de calidad y garantizar la igualdad de oportunidades y el acceso igualitario a los huertos sociales ecológicos de hombres y mujeres.

6. ANALISIS ECONÓMICO

6.1. INVERSIÓN INICIAL

Se cifra la propuesta realizada en los apartados anteriores, en la siguiente inversión inicial:

Reforestación para captura de CO_2, consistente en la plantación de un total de 3.400 m^2 de Pino Carrasco, y 1.482 m^2 de Limoneros, de edad mediana ya instalados en el Barrio ____ 8.250,00 €

Instalación de 6 uds. standard CAS (10 m x 1m x 1m) para tratamiento de las agruas grises generadas en la barriada y obtención de una calidad de salida óptima para su reutilización en riego de jardines ____ 5.700,00 €

Instalación para la desinfección del agua y depósito de 100 m^3 ____ 8.000,00 €

Parcelación para instalación de huertos suponiendo una ocupación total de 1 Ha. equivalente a un 40% de las viviendas de la barriada ____ 6.800,00 €

Unidad Sanitaria Básica para instalación en huertos sociales, con cuatro unidades de ducha y sanitarios y energía solar ____ 6.250,00 €

Total Barrio sin CO_2 Ejecución Material ____ 35.000,00 €

6% Gastos Generales ____ 2.100,00 €

13% Beneficio Industrial l ____ 4.550,00 €

Total presupuesto Ejecución Contrata (IVA no incluido) ____ 41.650,00 €

6.2. MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN

Las labores referidas a la plantación de especies vegetales capturadoras de CO_2 se referirán tareas de poda y tratamiento fitosanitario que puedan necesitar anualmente estas especies.

Es mantenimiento del CAS requiere de una limpieza anual, inyectando agua en contra corriente para extraer por el punto más bajo los posibles depósitos de fango que hayan podido quedar acumulados tras en la base, tras un año de operación y así garantizar el funcionamiento de estos sistemas con un aprovechamiento completo del volumen útil.

Los huertos urbanos serán mantenidos por los propios vecinos beneficiarios de los mismos.

7. COMPONENTES SOCIALES

Tanto en las actuaciones de captura de CO_2 como en las de reutilización de aguas grises, serán el total de los vecinos de la barriada los beneficiados, mientras que el disfrute de los huertos se ha estimado en un principio en un 40% de la población, que serán precisamente los vecinos que hayan manifestado interés en la citada alternativa.

BIBLIOGRAFÍA

La elaboración de la propuesta Barrio sin CO_2 ha utilizado las siguientes fuentes de información específica:

- Figueroa y Suárez-Inclán. Ciudad y cambio climático. Muñoz Moya Editores. (2009).
- Figueroa Clemente, Manuel Enrique (Coordinador), La Vegetación Urbana Como Sumidero de Dióxido de Carbono. Agencia de la Energía de Sevilla.
- Martínez-Ballesta, M.C., Lopez-Perez, L. Muries, B, Muñoz-Azcarate, O.,Carvajal, M. (2009) Climate change and plant water balance. The role of aquaporins. Sustainable Agricultural Reviews (E. Lichtfouse, Ed.) Vol 2,71-89.
- Less CO_2. Investigación sobre absorción de CO2 por los cultivos más representativos. Carvajal, M. 2012. CSIC
- Guía para la creación de huertos sociales ecológicos en Andalucía.-- Sevilla . Consejería de Agricultura, Pesca y Desarrollo Rural, 2013.
- Alonso, A.M y Guzmán, G.I. (2008). Buenas prácticas en producción ecológica. Cultivo de hortícolas. Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino.
- Banda García, I. y Haro Pérez, I. (2012). Huertos urbanos y huertos en el balcón . ecológicos. Red de Dinamizadoras de consumo responsable y alimentación ecológica. Junta de Andalucía. Consejería de Medio Ambiente.
- Bueno Bosch, M. (2010). Manual práctico del huerto ecológico. Guías de la Fertilidad de la Tierra Ediciones.
- Consejería de Agricultura y Pesca (2011). Las 50 preguntas más naturales en Agricultura Ecológica. Junta de Andalucía.
- Josep Roselló i, J. y Soriano, J. J. (2010). Como obtener tus propias semillas. Manual para agricultores ecológicos. Junta de Andalucía.
- www.aguapedia.org
- Pozo-Morales, L. et al., 2014. "Experimental bases for the design of horizontal-subsurface flow treatment wetlands in naturally aerated channels with an anticlogging stone layot" (Ecological Engineering, 70, 68-81).

PROPUESTA Nº 7 INTEGRACIÓN DE SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE

DOCUMENTO CORREGIDO

AQUA-RIBA

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

Proyectos de I+D+I relativos al ámbito competencial de la Consejería de Obras Públicas y Vivienda 2011 - 2013. Expediente: G-GI3001/IDIN

INFORME DE SEGUIMIENTO Nº4
Marzo 2015

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

INDICE

INTRODUCCIÓN 3

1. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA 3

1.1 Características del suelo 3

1.2. Características de la pluviometría 5

1.3. Superficies y escorrentía 9

2. DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES PROPUESTAS 11

2.1 Criterios de actuación 11

2.2. Marco normativo 13

2.3. Procedimiento de diseño. 15

2.4. Soluciones adoptadas. 17

3. RESULTADOS ESPERADOS 25

4. ANÁLISIS ECONÓMICO 27

4.1. Inversión inicial 27

4.2. Mantenimiento y operación 28

5. COMPONENTES SOCIALES 28

BIBLIOGRAFÍA 29

INTRODUCCIÓN

Dentro del conjunto de medidas propuestas para su integración a escala de barrio en Las Huertas se sitúa la incorporación de un conjunto de Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS). Estos elementos tienen como objetivo principal disminuir los impactos que la urbanización produce sobre la cantidad y calidad del agua de escorrentía en los entornos urbanos, disminuyendo con ello los riesgos de inundación y mejorando la capacidad de recarga de los acuíferos, además de producir beneficios en términos paisajísticos y de biodiversidad.

Se pretende con estas actuaciones que, mediante la incorporación de procesos de filtración, infiltración, evapotranspiración y reutilización (aprovechamiento), la cuenca urbana se comporte de un modo más parecido a como se comportaba en su estado natural. (Perales, S. 2014).

En este apartado presentamos una descripción de las actuaciones que, en este sentido, se ha considerado más adecuado analizar para el caso de la barriada de Las Huertas.

A través del análisis de los resultados del diagnóstico de la situación actual, se han detectado los espacios del barrio con mayor peso en la generación de escorrentía (aquellos con pavimentos más impermeables), se han clasificado y caracterizado.

En base a los objetivos planteados y a estas condiciones de contexto, se ha realizado una selección de aquellos SUDS que mejor responden a la situación planteada, para posteriormente llevar a cabo su definición técnica (ubicación, dimensionamiento, características constructivas, costes, etc.).

En el documento que se presenta a continuación se resumen los resultados de este proceso, con el objetivo principal de facilitar la evaluación de las posibilidades de inserción de los SUDS en el caso del barrio de Las Huertas, entendido éste como caso de estudio de la viabilidad de la incorporación de estas tecnologías en el ámbito de la regeneración urbana en Andalucía.

1. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA

Se describen a continuación las condiciones de contexto y los supuestos de partida asumidos para la definición de las soluciones planteadas.

1.1 CARACTERÍSTICAS DEL SUELO

Para que un suelo sea apropiado para poder albergar un dispositivo de infiltración, deberá al menos cumplir con estos requisitos (Woods-Ballard *et al.*, 2007):

- Permeabilidad adecuada, definida a través del **coeficiente de permeabilidad *k***, que define la capacidad de infiltración máxima de un determinado tipo de suelo.
- No estar saturado en profundidad, lo cual dependerá de la profundidad del **nivel freático.**
- Tener un espesor y una longitud suficiente para poder dispersar el agua infiltrada de manera efectiva.

El ***coeficiente de permeabilidad k*** tiene un valor muy elevado para gravas y arenas y muy bajo para finos como los limos y las arcillas. Dentro de la relativa homogeneidad del subsuelo de Sevilla, pueden citarse como puntos singulares las zonas de los antiguos cauces del Guadalquivir y los arroyos próximos como el Tagarete o el Tamarguillo. La particularidad de estas zonas puede deberse, entre otras causas, a una mayor proporción de elementos gruesos, lo que acarrea una mayor permeabilidad del terreno y una circulación subálvea (subterránea). (Mapa Geotécnico básico de Sevilla).

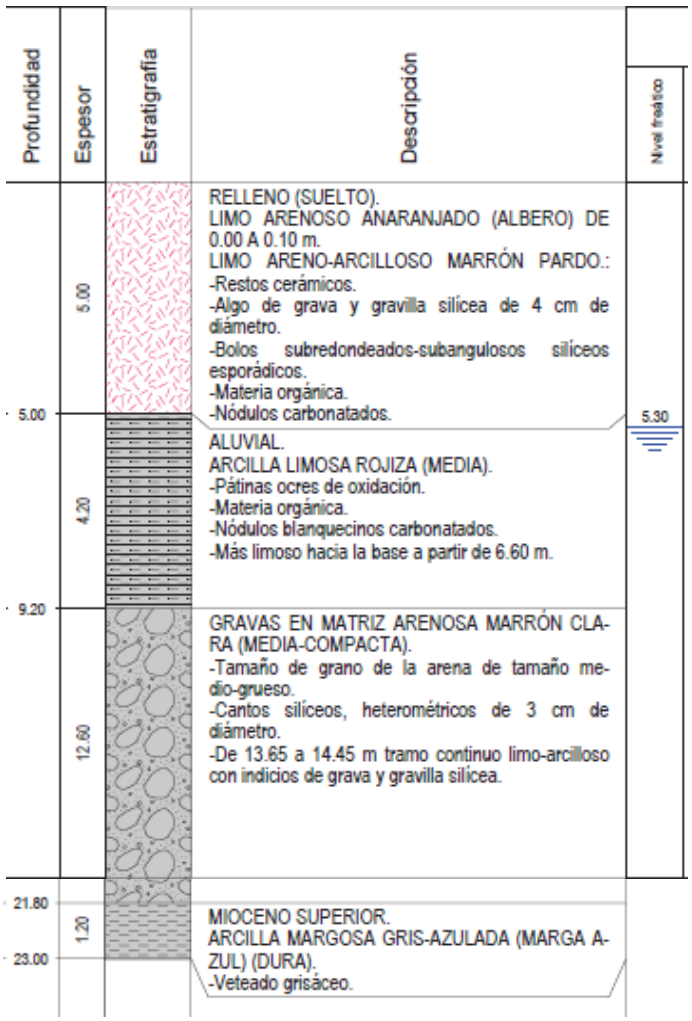
Para conocer las características del suelo de la barriada de Las Huertas, tomamos como referencia el estudio geotécnico realizado por Vorsevi en 2007 en relación al proyecto de Tanque de Tormentas previsto en la zona (Aqua-Riba, 2014-02. Anexo A.1.6.).

Según este estudio, la capa más superficial del suelo está formada por un relleno antrópico de espesor entre 3 y 5.4 m. Este suelo está compuesto por restos cerámicos, grava y gravilla silícea de 4 cm de espesor, bolos subredondeados-subangulosos silíceos esporádicos, materia orgánica y nódulos carbonatados (ver fig. 1). Este suelo puede asimilarse a una mezcla de grava-arena, a la que según la clasificación establecida por Mayre y modificada por Carte y Bentley, se le asigna un coeficiente de permeabilidad media de **K = 10^{-4} -10^{-2} m/s.** (Ver tabla en la Fig. 2).

El estudio geotécnico define la capa inferior como un aluvial de arcilla limosa rojiza (media). Según la misma clasificación, se pueden establecer para suelos de tipo CL-SM de tipo arcilla limosa o arena arcillosa, los valores típicos de permeabilidad de **K = 10^{-6} – 10^{-8} m/s**.

En los sondeos realizados en este estudio, se detecta una profundidad variable del **nivel freático entre 5,30 – 9,90m.**

Fig. 1. Perfil de uno de los sondeos realizados en Las Huertas



Fuente: Informe Geotécnico Vorsevi. 2013.

Figura 2. Valores representativos de permeabilidad (k) de los suelos.

En Mayne, 2002 (Modificado de Carter y Bentley, 1991)

k	m/s	10^{-11}	10^{-10}	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1
	cm/s	10^{-9}	10^{-8}	10^{-7}	10^{-6}	10^{-5}	10^{-4}	10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	1	10	100

(k: coeficiente de permeabilidad)

PERMEABILIDAD	Prácticamente impermeable	Muy baja	Baja	Media	Alta

CONDICIONES DE DRENAJE	Prácticamente impermeable	Pobre	Mediocre	Buena

GRUPOS DE SUELOS TÍPICOS (*)	GC CH	GM SC	SM SM-SC MH ML CL	SW SP	GW GP

TIPOS DE SUELOS	Suelos arcillosos homogéneos por debajo de la zona de alteración	Limos, arenas finas, arenas limosas, till glaciares, arcillas estratificadas	Arcillas alteradas y fisuradas, arcillas modificadas por efecto de la vegetación.	Arenas limpias, arenas y gravas mixtas	Gravas limpias

(*) La fila junto a las clases de grupo indica que los valores de permeabilidad pueden ser mayores a los valores típicos mostrados.

Fuente: Informe Geotécnico Vorsevi, 2013Vorsevi, 2007.

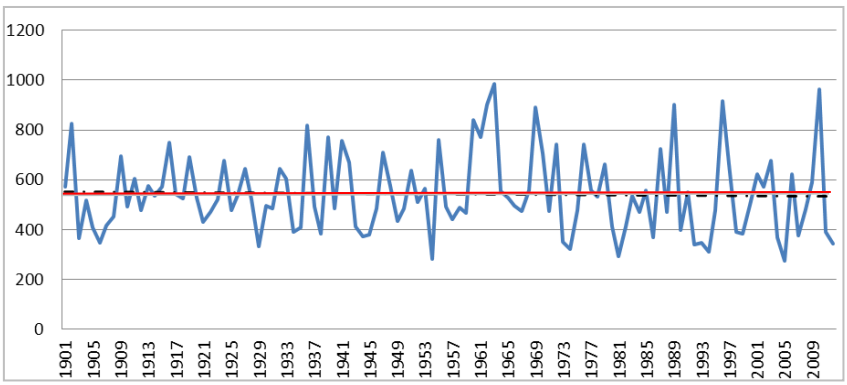
Podemos concluir por tanto que **tenemos un suelo que cumple con los requisitos necesarios para albergar dispositivos de infiltración** gracias a una capa superficial permeable y de considerable espesor, además de un nivel freático suficientemente profundo.

Por otro lado, la existencia de una capa intermedia de arcillas limosas más impermeable ejerce cierta protección sobre el sustrato de grava en el que principalmente se alberga el acuífero.

1.2. CARACTERÍSTICAS DE LA PLUVIOMETRÍA

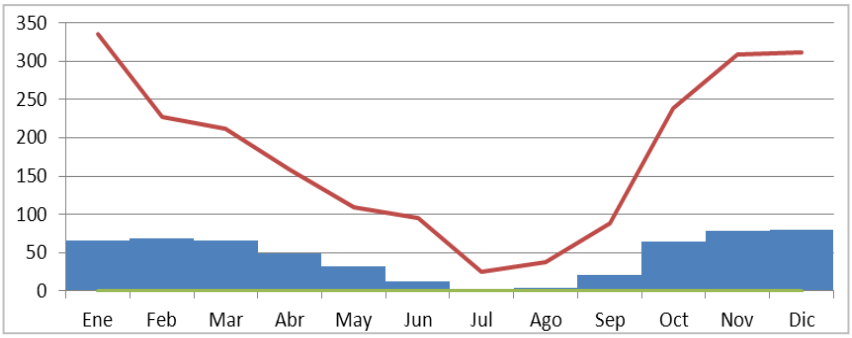
Según se extrae de la definición de las condiciones climáticas contenida en la caracterización urbano-territorial de la barriada (Aqua-Riba, 2014-02), las características de la pluviometría en la zona de estudio vienen definidas por las gráficas de precipitaciones totales anuales y el régimen pluviométrico mensual de la ciudad (Fig. 3 y 4).

Figura 3. Precipitaciones totales anuales de Sevilla en milímetros



**La línea punteada se corresponde con la tendencia de la serie anual.*
La roja es el promedio (542 mm).
(Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CRU TS 3.21)

Figura 4. Régimen pluviométrico de Sevilla en milímetros mensuales



**La línea punteada se corresponde con la tendencia de la serie anual. La roja es el promedio (542 mm). (Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos CRU TS 3.21)*

Precipitaciones máximas

La definición de la precipitación extrema en la ciudad se realiza a partir de la serie de cantidades de precipitación diezminutales de la estación E061 Sevilla Tablada (37.36;-6.00), cedida por la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía.

A partir de estas series se extrae la distribución de Gumbel para modelar los periodos de retorno de las máximas lluvias en diez minutos, las máximas horarias y las máximas en 24 horas. Los resultados pueden verse en la siguiente tabla:

Tabla 1. Valores extremos de la precipitación en Sevilla.

Periodos de retorno	**Precipitaciones máximas en 10 min**	**Precipitaciones máximas en 1 h**	**Precipitaciones máximas en 24 h**
500 años	37.4 mm	78.8 mm	184 mm
100 años	30.2 mm	62.8 mm	147.2 mm
50 años	27.1 mm	55.8 mm	131.3 mm
25 años	24 mm	48.8 mm	115.3 mm
10 años	19.8 mm	39.5 mm	93.8 mm
5 años	16.4 mm	32.1 mm	76.7 mm

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la estación E061 Sevilla Tablada.

Precipitación de proyecto.

Se denomina **precipitación de proyecto** al patrón de comportamiento habitual de las lluvias en la zona de estudio. Para definir la altura y la duración de la precipitación de proyecto, se suele recurrir como información de base a las **curvas *Intensidad-Duración-Frecuencia*** (**IDF**), que se generan a partir de los datos de precipitación de una estación en concreto. Para definir totalmente una lluvia de proyecto, es necesaria la obtención del **hietograma del aguacero**, es decir, la distribución de la intensidad de la lluvia durante el mismo. (Perales, S. 2014)

- **Curvas IDF**

Relacionan la intensidad media máxima anual para una determinada duración con esa misma duración, para un determinado nivel de probabilidad o periodo de retorno (Francés *et al.*, 2003). Para su cálculo, tomamos la expresión general de la *intensidad* (mm/h) propuesta por Chow *et al.* (1988), en función de la duración td (min), del periodo de retorno T (años) y de los coeficientes de ajuste *a,b,c,f*:

$$i = \frac{aT^b}{t_d^c + f}$$

Para la obtención del valor de los coeficientes *a,b,c,f* para Sevilla, acudimos a los valores propuestos por el Departamento de Ingeniería Rural de la Universidad de Almería[1], en función de la siguiente tabla correspondientes a algunas localidades andaluzas:

Observatorio	a	b	c	f
Córdoba	218.36	0.1641	0.5735	0.4316
Sevilla	1999.08	0.1637	0.9896	23.7475
Málaga	699.93	0.2385	0.7330	3.3052
Almería	812.47	0.2460	0.8495	12.3976
Lanjarón	154.28	0.2356	0.5946	-0.4561

Aplicando este método de cálculo al caso de Sevilla, e introduciendo los valores de intensidad para una hora obtenidos del cuadro de precipitaciones máximas para cada uno de periodos de retorno de 5, 10 y 25 años, los valores de la ecuación IDF serán:

Tabla 2. Resultados curva Intensidad-Duración-Frecuencia

Frecuencia (Tr)	I (mm/h)	D (min)
5 años	32,1 mm/h	59,78 min
10 años	39,5 mm/h	52,13 min
25 años	48,8 mm/h	47,50 min

Fuente: elaboración propia a partir de datos de la estación E061 Sevilla Tablada.

- **Periodo de retorno**

Se define como la probabilidad de que un evento ocurra durante la vida útil de una infraestructura. Este periodo, caracterizado por un tiempo T en años, o bien se selecciona a priori, o es el resultado de una optimización económica del coste de la obra y la estimación daños producidos en caso de fallo de la misma. En redes urbanas de drenaje de aguas pluviales se emplean niveles de

[1] http://www.ual.es/Depar/IngenRural/documentos/hidrologia2002d.pdf

protección entre 2 y 25 años de periodo de retorno, muy variable en función del clima. (Perales, S. 2014).

Para la selección del periodo de retorno más adecuado a la hora de diseñar nuestras infraestructuras se habrán de considerar especialmente dos cuestiones:

- Variabilidad del clima en el que nos situamos
- Requerimientos de la infraestructura y objetivos que debe cumplir.

En nuestro caso, si bien nos hayamos en un clima con una importante variación tanto inter como intra anual de las precipitaciones, los SUDS propuestos tienen como objetivo la reducción y laminación de la escorrentía (ver apartado 2), existiendo siempre mecanismos de conexión con la red de drenaje urbano que permitirán aliviar caudales punta mayores a los considerados si se produjesen.

En base a estos criterios, parece razonable asumir un **periodo de retorno** para el diseño de nuestros SUDS de **10 años.**

- **Hietograma de diseño.**

Como hemos comentado, el hietograma representa la distribución de la intensidad de la lluvia durante un evento determinado. El gráfico reflejará así la distribución de las precipitaciones producidas a lo largo de la duración del evento en función del tiempo de retorno definido. Para ello vamos a utilizar el método de bloques alternos de Chow *et al.* (1994), basándonos en las ecuaciones de IDF definidas anteriormente para un periodo de retorno de 10 años.

Para obtener el hietograma con los datos obtenidos mediante el empleo de curvas IDF utilizaremos el método de los bloques alternados, en el que la máxima intensidad se ubica al centro del hietograma, alternando bloques de menor intensidad alrededor del centro.

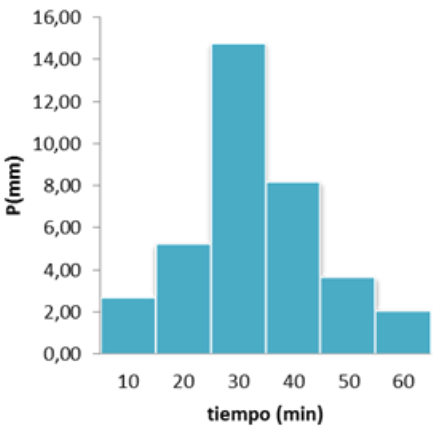
Calculamos el hietograma para un aguacero de 1 hora con incrementos de tiempo de 10 min, obteniendo la intensidad de cada periodo de la curva IDF y la precipitación de la expresión:

Tabla 3. Distribución sintética de precipitaciones.

t (min)	i (mm/h)	P (mm)	Incremento P
10	86,96	14,78	14,78
20	67,56	22,97	8,19
30	55,29	28,20	5,23
40	46,82	31,84	3,64
50	40,61	34,52	2,68
60	35,87	36,59	2,06

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la estación E061 Sevilla Tablada.

Fig. 5. Hietograma de diseño.



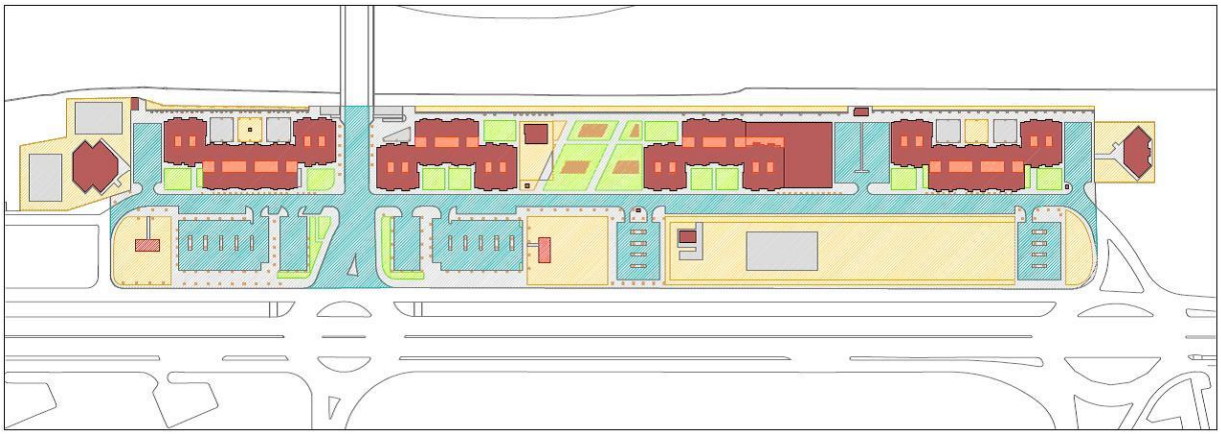
1.3. SUPERFICIES Y ESCORRENTÍA

En la Tabla 4 ver la cuantificación de la escorrentía superficial de la barriada extraída de la Caracterización Urbano – Territorial realizada en la fase anterior del proyecto (AquaRiba, 2014-02), incorporando los ajustes realizados en algunos coeficientes de escorrentía. Las superficies pueden ser identificadas en la Fig. 6.

Tabla 4. Escorrentía superficial media anual corregida (Marzo 2015)

TIPO DE ACABADO	SUP. (m2)	%	COEF. ESC.	PRECIP. (mm/año)	ESCORR. (m3/año)	TOTAL
ASFALTO (azul)	16.179,19	23,86%	0,85	541,87	7451,97	12.498,29
PAV. CEMENTO (gris)	11.641,00	17,17%	0,8	541,87	5.046,33	
CUBIERTAS EDIF. (rojo)	10.625,49	15,67%	0,65	541,87	3.742,46	4414,79
CUBIERTAS PATIOS (naranja)	1.908,84	2,81%	0,65	541,87	672,32	
ALBERO (amarillo)	17.640,29	26,01%	0,10	541,87	955,87	1219,35
CAUCHO (caldera)	203,00	0,30%	0,23	541,87	25,30	
TIERRA VEGETAL (marrón)	8.245,74	12,16%	0,05	541,87	223,41	
JARDINES (CÉSPED…) (verde)	1.362,44	2,01%	0,02	541,87	14,77	
TOTAL	**67883,40**	**100,00**	**0,57**		**20925,04**	**20925,04**

Fig. 6. Plano de Superficies de la barriada por tipología de pavimentos.



Fuente: Elaboración propia.

A la vista de los volúmenes medios de escorrentía generados por año según el tipo de superficie, nos centraremos en las superficies con pavimentos más impermeables: **asfalto, pavimentos de cemento y cubiertas**, que concentran el 96 % de la escorrentía total.

Para adecuar las propuestas a la configuración de la actual **red de drenaje y saneamiento**, se ha realizado un análisis de la misma en la que ésta ha sido **estructurada por subcuencas**. Será esta estructura la que en apartados posteriores ayudará a denominar cada una de las actuaciones propuestas, identificándola con Sc seguido del nº de la subcuenca.

Así mismo, se ha identificado una serie de elementos de la barriada en los que potencialmente se podrían incorporar SUDS, siempre en función del tipo de superficie:

- **Superficies de asfalto:**



- V1: viario y aparcamientos directamente vinculados a la Avda. 28 de Febrero.
- A1-2-3-4: Bolsas de aparcamiento situadas a un lado y otro de dicha avenida.

- **Pavimentos de cemento.**

- P1: área peatonal ubicada en la parte trasera de la barriada, paralelamente al muro de la vía ferroviaria.
- P2: Plazas ubicadas en la trasera de los núcleos 1 y 4.
- P3: plaza ubicada junto al paso inferior del puente de la C/ Alcalde Manuel del Valle.
- P4: pistas deportivas en patios del colegio y área deportiva.

Es necesario comenzar señalando que, a través del análisis de la ubicación de los imbornales en la red de drenaje urbano existente, y de visita de campo realizada al área de estudio, se comprueba que **una parte importante de estas superficies no cuentan con elementos directos de evacuación al sistema urbano de alcantarillado.**

Las pistas deportivas (P4) situadas en el interior de áreas de albero (dos en el patio del colegio y una en la zona deportiva), drenarían a través de las superficies permeables en las que se insertan, que tampoco cuentan con elementos de evacuación de pluviales. En el caso de las aceras y zonas de paso (P1 y otras), el drenaje se produce a través de un gran número de alcorques ubicados en las mismas o a través de aberturas practicadas para conectar estas áreas con las zonas ajardinadas existentes. El efluente restante drenaría hacia las zonas de viario, desde donde entraría a la red de saneamiento.







Imágenes tomadas en visita de campo en Las Huertas. Se pueden observar cómo una parte de la escorrentía superficial de las zonas pavimentadas es infiltrada a través de los alcorques y aberturas practicadas en zonas ajardinadas.

Esto plantearía que **ya se producen procesos de infiltración de la escorrentía de las áreas impermeabilizadas a través de elementos vegetados o más permeables**, siguiendo con mayor o menor intencionalidad, los principios del drenaje sostenible.

Aunque no resulta fácil hacer una estimación exacta de cuál sería la reducción del volumen de escorrentía que se produciría, adoptaremos los siguientes criterios a la hora de estimar el porcentaje de superficie impermeable cuya escorrentía sí se evacuaría directamente a través de la red de saneamiento urbano:

- Acerados y zonas de paso: 70%
- Pistas deportivas: 0 %

Esta estimación nos haría pasar de una superficie real de zonas pavimentadas de 18.483,90 m2 a una superficie efectiva, en términos de escorrentía, de 11.641,73 m2. Por tanto la escorrentía media anual quedaría:

E = 11.641,73 m2 x 0.80x 541.87 mm/m2 = 5046,64 m3/año.

Esto supondría ya una **reducción inicial de la escorrentía** total estimada de **2405,32 m3/año**, que deberá ser cuantificada en los cálculos finales.

- **Cubiertas de los edificios.**

- E1-2-3-4: se considerará aquella fracción de las cubiertas que en la actualidad cuenta con bajantes separativos para el drenaje de aguas pluviales, de manera que la incoporación de los SUDS no supusiese una modificación sustancial de la red de saneamiento de los edificios.

Esta superficie supone, según datos extraídos de informe anterior, un 54% de la superficie total de las cubiertas de la edificación (Aqua-Riba, 2014-02).

Bloque (x nº)	Tipo A	(x 10)	Tipo B	(x8)	Total	%
Cub.Baj. Separativo	202,77	2027,70	338,00	2704	**4731,70**	54,86 %
Cub. Baj. Mixto	174,76	1747,60	44,30	354,40	**2102,00**	24,37 %
Patios	91,08	910,80	110,00	880,00	**1790,80**	20,76 %
Total	**468,61**	**4686,10**	**492,30**	**3938,40**	**8624,50**	**100 %**

No obstante, estos datos serán revisados para su actualización en base a las nuevas aportaciones realizadas en el Documento 1 de esta entrega.

Tipo Cub.	B7 (c)	(x 2)	B7 (e)	(x 8)	B10	(x8)	Total	%	Vol. Cap.
Baj. Separativa	148,4	296,8	157,5	1260	189,09	1512,72	**3069,52**	38,50%	**1081,13**
Baj. Mixto	197,3	394,6	176,42	1411,36	148,51	1188,08	**2994,04**	37,56%	**1054,55**
Patios	104,22	208,44	92,81	742,48	119,74	957,92	**1908,84**	23,94%	**672,32**
Total	**449,92**	**899,84**	**426,73**	**3413,84**	**457,34**	**3658,72**	**7972,4**	**100 %**	**2808,00**

2. DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES PROPUESTAS

2.1 CRITERIOS DE ACTUACIÓN

En la bibliografía podemos encontrar diferentes aproximaciones para abordar la definición y clasificación de los criterios de diseño de los SUDS. No obstante, si lo que se pretende al urbanizar es que la cuenca se comporte de la forma más parecida posible a como lo hacía antes de ser urbanizada, resulta de interés partir de la definición de la cadena de gestión. (Perales, S. 2014).

- **Cadena de Gestión**



Consiste en usar técnicas de drenaje en serie para progresivamente incrementar la eliminación de contaminantes, reducir el caudal de escorrentía y el volumen de almacenamiento necesario (Woods-Ballard et al., 2007).

***Figura* 2.1. Cadena de gestión del agua de lluvia**
(Fuente: Perales, S. 2014).

Para ello se debe de establecer una jerarquía en las técnicas de drenaje considerando los siguientes niveles:

1. **Prevención**: Éste es el eslabón más alto de la cadena. Un buen planeamiento urbanístico, buenas prácticas en el hogar (p.ej. no tirar residuos por los sumideros, barrer la superficies impermeables, etc.) o la reutilización y/o aprovechamiento del agua de lluvia, son buenos ejemplos de medidas de prevención. Dentro de éstas se incluyen también las políticas de educación y la sensibilización social.

2. **Gestión en origen**: Es el control de la escorrentía lo más cerca posible del lugar donde se genera. Pozos de infiltración, cubiertas vegetadas, superficies permeables, etc.

3. **Gestión en entorno urbano**: Medidas de gestión de la escorrentía procedente de áreas mayores (barrios o pequeñas ciudades), e infraestructuras de transporte, como cuentas vegetadas, son técnicas que entran en este nivel.

4. **Gestión en cuencas**: Son las técnicas que gestionan la escorrentía proveniente de grandes áreas, y que generalmente requieren de un mayor espacio para ponerlas en práctica. Grandes estanques de retención o detención y humedales artificiales sirven de ejemplo.

Según el manual británico *The SuDS Manual*, sería necesario asumir un número mayor o menor de niveles en la cadena de gestión en función de las características de la cuenca de y la sensibilidad del medio receptor (Fig. 8).

En nuestro caso, con un medio receptor de sensibilidad media y una cuenca formada por cubiertas, zonas peatonales, viario y aparcamientos, deberemos asumir entre 1 y 2 niveles de gestión de la cadena en función del elementos sobre el que estemos trabajando.

Figura 8. Niveles de la cadena de gestión

Sensibilidad del medio receptor → / Características de la cuenca de drenaje ↓	Baja	Media	Alta
Sólo Tejados	1	1	1
Carreteras en zonas residenciales, zonas de aparcamiento, zonas comerciales	2	2	3
Zonas de recogida de basuras, aparcamientos de camiones, autovías, áreas industriales	3	3	4

Fuente: Perales, S. 2014

- **Clasificación de los SUDS**

Apoyándonos en la clasificación utilizada para estructurar el conjunto de Fichas Tecnológicas desarrolladas en el análisis del Estado de la Cuestión de proyecto en la primera fase de los trabajos (Aqua-Riba, 2014-01. Anejo 2), realizaremos la clasificación de los SUDS en relación a la función que cumplen:

MEDIDAS DE PREVENCIÓN	SISTEMAS DE INFILTRACIÓN	SISTEMAS DE TRANSPORTE	SISTEMAS DE ALMACENAMIENTO Y TRATAMIENTO
- Medidas no estructurales: educación, mantenimiento… - Planificación y diseño urbano - Captación y almacenamiento (aljibes). - Cubiertas vegetadas	- Sup. Permeables - Pozos y zanjas de infiltración. - Depósitos de infiltración. - Franjas filtrantes. - Sistemas geocelulares. - Áreas de bioretención.	- Drenes filtrantes. - Franjas filtrantes. - Cunetas vegetadas. - Filtros de arena. - Sistemas geocelulares.	- Depósitos de detención. - Estanques de retención. - Áreas de bioretención. - Humedales artificiales. - Franjas filtrantes.

Es interesante también hacer referencia en este apartado al documento publicado por el ayuntamiento de San Francisco (EEUU), *San Francisco Storm Water Design Guidelines* (SFPUC, 2010), en el que se recogen una serie de matrices en las que podemos encontrar diferentes clasificaciones de los SUDS en relación a una serie de criterios de selección:

- Función que realizan: infiltración, detención, bioretención, biofiltración y retención.
- Características de la cuenca: tipo de suelo, profundidad del freático, etc.
- Usos del suelo de la cuenca: residencial, comercial, industrial, etc.
- Características del medio receptor
- Cantidad y calidad del agua de escorrentía.
- Exigencias ambientales y paisajísticas.

2.2. MARCO NORMATIVO

A nivel europeo encontramos una serie de medidas que, aunque ya han sido comentadas ampliamente en anteriores entregas (Documento 04. Aqua-Riba, 2014-2), cabe destacar algunas cuestiones relacionadas con la implementación de los SUDS:

- **Directiva Marco del Agua (DMA) 2000/60/CE**

Si bien la DMA define el "marco común", es consciente de que existen condiciones y necesidades diversas en cada comunidad que requieren soluciones específicas, y por ellos entiende que la problemática de los vertidos en tiempo de lluvia desde sistemas de saneamiento debe ser objeto de "programas de medidas específicas locales". (Perales, S. 2014)

Cabe destacar en sus contenidos la mención explícita al deber de proceder a una catalogación y valoración de las técnicas disponibles, tanto en el control y tratamiento de los DSU o reboses de

alcantarillado unitario, como para el tratamiento de la contaminación de las aguas pluviales. De hecho, la Directiva establece la obligación de elaborar Programas de Medidas para cada demarcación se haga especial incidencia en cuestiones relativas al control y prevención de vertidos puntuales y contaminación difusa.

- **Directiva de Evaluación y Gestión de las Inundaciones 2007/60/CE.**

  Prevé principalmente la realización de una evaluación preliminar de los riesgos, la confección de mapas de las zonas de riesgo y la elaboración de planes de gestión de las inundaciones. La Ley del suelo 2008 incorporó esta orientación, haciendo obligatorio que los memorias ambientales de los Planes Generales de Ordenación Municipal incluyan los mapas de riesgo que ordena realiza la Directiva 2007/60/CE. Este aspecto se puede encontrar desarrollado en el Documento 6 de esta entrega.

- **Directrices sobre mejores prácticas para limitar, mitigar o compensar el sellado del suelo (2012)**

Aunque no se trate de una pieza legislativa, también cabe destacar el documento de trabajo de la Comisión Europea "Directrices sobre mejores prácticas para limitar, mitigar o compensar el sellado del suelo" (2012).

Como medidas de mitigación de sellado del suelo, establece:

- Utilización de materiales y superficies permeables.
- Implementación de infraestructuras verdes: como herramienta de diseño urbanístico para contribuir a mitigar el efecto de isla térmica en las ciudades, permitiendo además conservar o intensificar el potencial de infiltración del suelo.
- Sistema natural de captación de agua: […] las medidas de mitigación favorecen el ciclo natural del agua en lugar de canalizarla hacia una planta de tratamiento de aguas residuales.

A nivel estatal, la legislación en materia urbanística y de aguas incorpora los criterios establecidos por las directivas europeas antes mencionadas. Ejemplo de ello son la Ley del Suelo de 2008 y la Ley del Agua de 2010, ya comentadas en otros documentos de este trabajo.

No obstante, cabe mencionar **RD 1290/2012, de 7 de septiembre, por el que se establecen las normas aplicables al tratamiento de las aguas residuales urbanas**, que regula el tratamiento de aguas de tormentas e introduce la necesidad de laminación de las mismas (pensando en los tanques de tormentas) para evitar desbordamientos de sistemas de saneamiento.

De manera explícita (art. 246.2 y 246.3) se incorpora la obligación de aportar documentación técnica que acompañe a la declaración de vertido sobre las medidas obras e instalaciones previstas para limitar la contaminación por desbordamiento en episodios de lluvias.

No obstante, en la legislación española no hay referencias a los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible, salvando la normativa gallega relativa a obras hidráulicas que en la instrucción *ITOHG-SAN: Sistemas de saneamiento - SAN-1/4* establece que los nuevos diseños de saneamiento urbano han de realizarse dando prioridad a las técnicas de drenaje sostenibles.

Es necesario señalar que la normativa de saneamiento es de aplicación en el diseño del drenaje urbano sostenible, aunque no sea mencionado al haberse desarrollado para los sistemas de drenaje urbano "convencionales". Este es el caso de normativas como el CTE o la Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial del MOPU (1990).

A nivel **autonómico andaluz**, en el documento sobre "Caracterización Territorial de Andalucía" incluido en los Anejos a este Informe Nº3, encontramos información específica acerca del *Plan de Prevención de Avenidas e Inundaciones en Cauces Urbanos Andaluces* y los *Planes para Delimitación de Zonas Inundables,* así como un análisis explícito de la incorporación de la legislación europea y estatal a la planificación urbana y territorial en Andalucía.

2.3. PROCEDIMIENTO DE DISEÑO.

Los SUDS adoptados para Las Huertas, que serán definidos particularmente en el apartado siguiente, han sido dimensionados en base a dos criterios fundamentales:

- **Infiltración**: zanjas de infiltración, drenes filtrantes y áreas de biorretención.

Estas tipologías de elementos se han dimensionado según criterios hidráulicos relativos a la capacidad de infiltración del elemento y del suelo subyacente, en base a los parámetros definidos en el apartado 1 de este documento:

- precipitación de proyecto, para 10 años de periodo de retorno con una intensidad de 39,5 mm/h y una duración de 52,13 min,
- capacidad de infiltración del suelo K = 10^{-4} m/s.

Según *Ciria (1996*), para dimensionar los elementos de infiltración se calcula su profundidad que coincide con la máxima profundidad de agua mediante la siguiente expresión:

$$h_{max} = a \cdot (e^{(-b \times t_d)} - 1)$$ siendo: $$a = \frac{A_b}{P} - \frac{A_D \cdot i}{P \cdot K} \qquad b = \frac{P \cdot K}{n \cdot A_b}$$

Los parámetros son los siguientes:

- K: coeficiente de infiltración (m/h)
- AD: Área a drenar (m2)
- Ab: Área base del elemento (m2)
- n: Porosidad del material de relleno
- i: Intensidad pluviométrica (m/h)
- td: Duración de la tormenta (h)
- P: perímetro del sistema de infiltración

En la herramienta de cálculo proporcionada por el Proyecto Day Water[2], referenciada en la Ficha PPI_16_AP-DayWAter (Aqua-Riba, 2014-01), podemos encontrar tablas de cálculo para el dimensionamiento de los elementos según las ecuaciones expuestas. A continuación un ejemplo de esta tabla de dimensionado. En las casillas amarillas se introducen los datos que proporcionarán la profundidad del elemento de infiltración calculado.

[2] http://daywater.in2p3.fr/EN/indexFM.php?p=index&section=tools&new=1

V1_Sc14_Viario		
Longitud (l) =	4,5	m
Anchura (w) =	14,4	m
Área (A_b) =	64,8	m^2
Perimetro(P) =	37,8	m
Coneficiente de Infiltración (K) =	0,36	m/h
Porosidad del material de relleno (n) =	0,15	
Intensidad de la precipitación (i) =	0,0395	m/h
Duración de la precipitación (t_d) =	0,87	h
Área a drenar * (A_D) =	972,06	m^2
Parametro a =	-1,107	m
Parametro b =	1,400	h^{-1}
Profundidad del elementos de infiltración (d_{max}) =	0,780	m

*Para el cálculo del Área a drenar hemos introducido el dato corregido al multiplicarlo por el coeficiente de escorrentía superficial y por el coeficiente de mayoración 1,2 según la Instrucción 5.2-IC Drenaje Superficial del MOPU (1990).

- **Captación y almacenamiento:** depósitos de almacenamiento de pluviales

Con este procedimiento se dimensionarán en base a las necesidades de riego de los elementos ajardinados en la barriada, así como de la pluviometría promedio mensual y de la capacidad de captación de las cubiertas.

Teniendo en consideración, como ya hemos comentado en el apartado 1, que actualmente el 38,5% de la cubierta tiene bajantes separativos, la capacidad de captación sería el resultado de multiplicar la pluviometría promedio mensual por esta superficie (corregida por un coef. de escorrentía de 0,65). Para el año resultaría:

V = Sup. Cub (m2) x coef. escorr. x Pluv. (l/m2) = 3069,52 x 0,65 x 541.87= 1081,13 m3

Para ello, es necesario calcular en primer lugar, las necesidades de riego de los elementos ajardinados. Este cálculo se realiza según WUCOLS III (Costello, L.R. y Jones, K.S. 2000) como porcentaje de la evapotranspitación diaria (ET0), porcentaje que varía según las especies regadas.

Para nuestro caso tomaremos:

- Jardines: 30 % ET0
- Césped: 80% ET0

A este volumen de agua habrá que restarle las precipitaciones mensuales promedio, de modo que obtendremos la demanda mensual promedio de riego para la barriada. Esta cantidad deberá ser mayorada en función a la eficiencia del sistema de riego, que consideraremos del 0,9.

En el cuadro adjunto se muestran las necesidades de riego en la barriada en los meses de estiaje de Mayo a Septiembre. En la primera columna mostramos los resultados referidos al total de zonas verdes de la barriada (demanda TOTAL), tanto los jardines de los bloques como el parque "Francisco Manzano Pastor" situado en el centro de la barriada. En la segunda, sólo cuantificaremos las áreas que actualmente se riegan con agua de la red (demanda red), descontando aquellas que en la actualidad son regadas a través de pozos (parque central y jardines del Núcleo 1).

(m^3)	Zonas Verdes (ZV)	Demanda Red (DR)	Volumen de Captación (VC)	ZV - VC	DR - VC
Abril	47,29	-	159,18	-111,89	-159,18
Mayo	151,61	7,58	103,21	48,41	-95,63
Junio	317,98	61,07	39,80	278,19	21,27
Julio	465,67	102,79	6,05	459,62	96,74
Agosto	422,47	91,84	11	411,47	80,84
Septiembre	196,75	26,87	67,30	129,45	- 40,42
Octubre	4,24	-	208,68	-204,44	-208,68
VOLUMEN ALMACEN.				**1.327,14**	**198,85**

Con los datos anteriores se obtiene el volumen de almacenamiento necesario (en litros), equivalente al sumatorio de los meses de carestía (es decir, en lo que la capacidad de captación es menor que la demanda, y por tanto, ésta no es cubierta en su totalidad).

Se hacen los cálculos considerando sólo la capacidad de captación actual por bajante separativa a la que se añadirían los patios, resultando una necesidad de almacenamiento de 198,85 m^3 si sólo abasteciera a los jardines que en la actualidad se riegan a través de la red, y de 1.327,14 si pretendiéramos regar el total de zonas verdes de la barriada.

No se tienen en cuenta en este caso las necesidades de riego de los huertos vecinales.

2.4. SOLUCIONES ADOPTADAS.

Para la selección de las actuaciones a implementar, en relación a los criterios expuestos, se ha primado el uso de cada una de las superficies (peatonales, viarios y cubiertas), y su morfología, así como los niveles necesarios en la cadena de gestión.

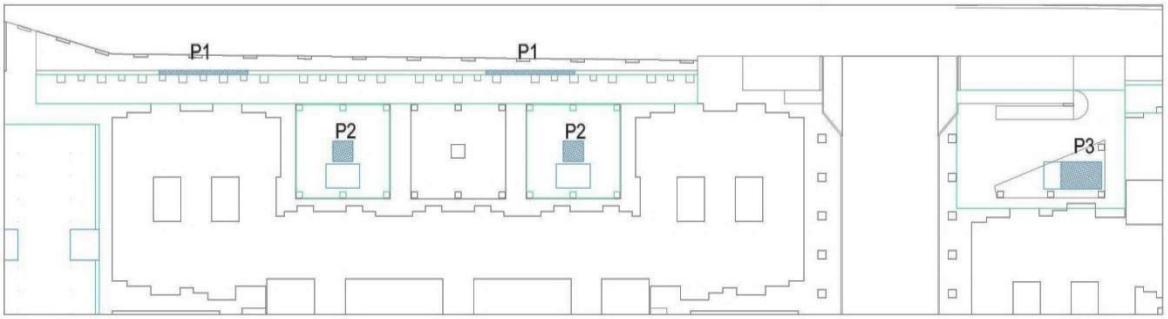


Así mismo, se ha tenido en cuenta la ubicación actual de los elementos de drenaje existentes (imbornales), de manera que las actuaciones propuestas no impliquen una modificación sustancial de la red de drenaje actual.

- **Áreas peatonales**:

Son superficies que, al contar con un grado de contaminación de la escorrentía bajo, pueden

ser gestionadas en origen dentro de la cadena de gestión, por lo que se adoptarán medidas que permitan la infiltración directa de la escorrentía en la capa superficial del suelo.



P1_ÁREAS PEATONAL LONGITUDINAL_FRANJAS DE INFILTRACIÓN

La configuración longitudinal de esta área, así como la existencia de un canalón abierto que separa ésta de la zona ajardinada, invita a sustituir este elemento, en los puntos donde se ubican los sumideros, por un elemento de morfología similar y capacidad de infiltración.

El SUDS que mejor responde a estos requerimientos será una franja filtrante, cuya descripción completa encontraremos en la Ficha NT_AP-U-06-CI-Franja Filtrante (Aqua-Riba, 2014-01).

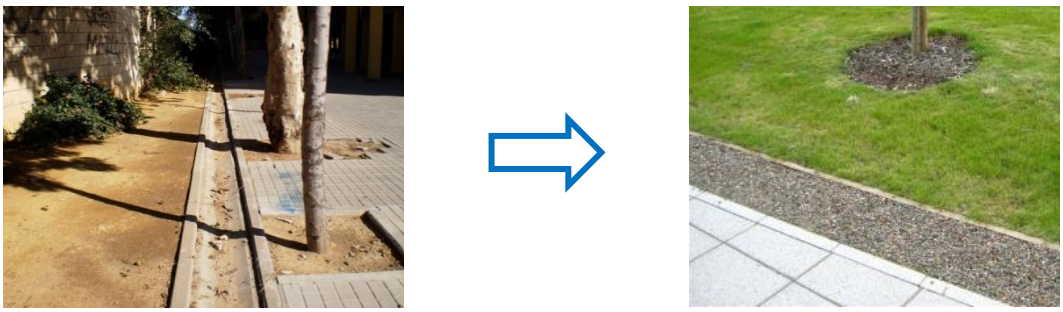
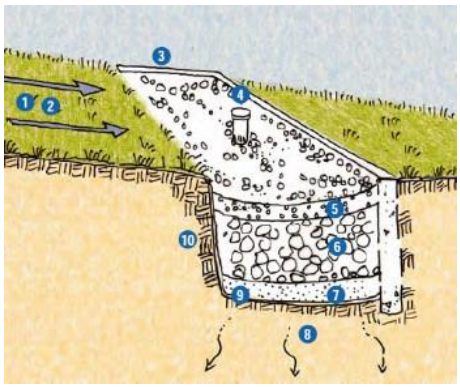


Figura 2.2. Componentes de una zanja de infiltración



1. Sistema de pre-tratamiento
2. Flujo superficial
3. Ancho
4. Abertura de inspección visual
5. Gravas finas
6. Gravas gruesas
7. Filtro de arena
8. Terreno
9. Lámina geotextil
10. Profundidad 1 - 2 m

Fuente: San Francisco Storm Water Design Guidelines (SFPUC, 2010) a través de Perales, S. 2014.

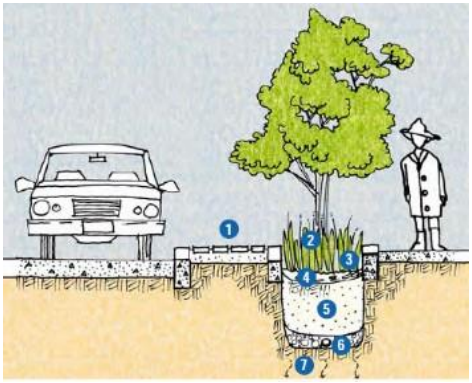
ZANJAS DE INFILTRACIÓN (P1)							
Elemento	**nº**	**Longitud**	**Anchura**	**Área**	**Prof.**	**Coste Unitario**	**PEM (€)**
P1-SC 4		25	0,6	15,00	0,5	20,52	153,9
P1-SC 9		75	0,6	45,00	0,5	20,52	461,7
P1-Sc 12		10	0,6	6,00	0,5	20,52	61,56
Imbornales	7					156,02	1092,14
TOTAL							**1769,3**

P2-P3_ PLAZAS_ÁREAS DE BIORRETENCIÓN.

Estos espacios tienen en todos los casos una forma prácticamente cuadrada, lo que facilita la ubicación de elementos superficiales a modo de jardines que permitan la infiltración de la escorrentía. Teniendo en cuenta además que en el caso de las Plazas P2 estas drenan a través de un imbornal ubicado en el centro, el SUDS que mejor responde a esta situación será un jardín de infiltración (o área de biorretención), cuya caracterización completa encontramos en la Ficha NT_AP-U-13-AT- Biorretención (Aqua-Riba, 2014-01).



Figura 2.3. Componentes de una zona de biorretención



1. Acera o bordillo cortado para facilitar el paso de agua hacia la zona de biorretención
2. Vegetación muy resistente a la sequía y la inundación
3. Profundidad de almacenamiento superficial de agua
4. Acolchado de jardín (*mulching*)
5. Suelo adecuado para retener agua
6. Dren perforado si es necesario
7. Infiltración cuando sea posible

Fuente: San Francisco Storm Water Design Guidelines (SFPUC, 2010) a través de Perales, S. 2014.

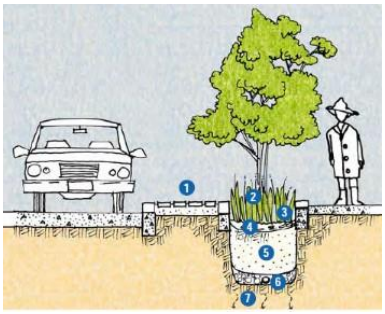
ÁREAS DE BIORETENCION_PLAZAS (2-3P)							
Elemento	**Nº**	**Longitud**	**Anchura**	**Área**	**Prof.**	**Coste Unitario**	**PEM(€)**
P2-SC4	2	3	3	9,00	0,85	41,57	636,02
P2-SC12	2	3	3	9,00	0,85	41,57	636,02
P3-Sc4	1	6	4	24,00	0,9	41,57	897,91
Imbornales	5			0,00		156,02	780,10
TOTAL							**2950,05**

- **Zonas de viario y aparcamiento:**

Al estar transitadas por vehículos, la escorrentía tiene el riesgo de arrastrar grasas, metales pesados y otras sustancias, lo que hace recomendable situarlo en el nivel de gestión del entorno e incorporar dos niveles de actuación estructural.

Se propone la ubicación de drenes franceses longitudinales a lo largo del viario que filtren y transporten la escorrentía hacia las áreas de biorretención, que contarán siempre con imbornales para derivar el exceso de escorrentía si se produce algún evento extremo.





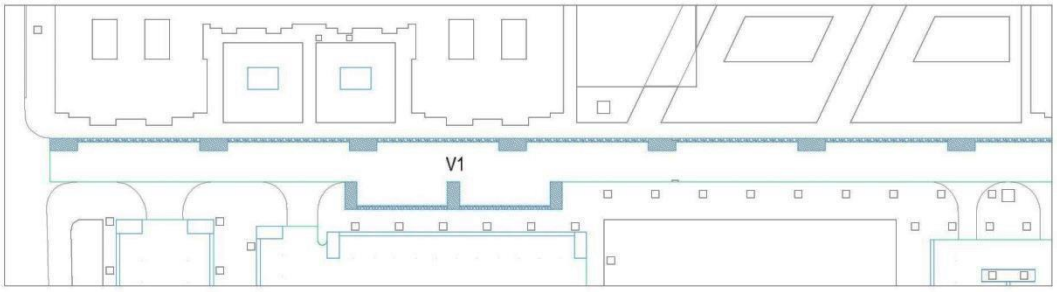
Encontraremos una descripción completa de los drenes filtrantes en la Ficha NT_AP-U-08-CT-Drenes Filtrantes (Aqua-Riba, 2014-01).

V1_VIARIO EN AVDA. 288 FEBRERO_DREN FRANCÉS + ÁREA BIORETENCIÓN

En este caso, el dren se ubicará longitudinalmente, en paralelo al acerado, y las áreas de biorretención se insertarán dentro de las bandas de aparcamientos.





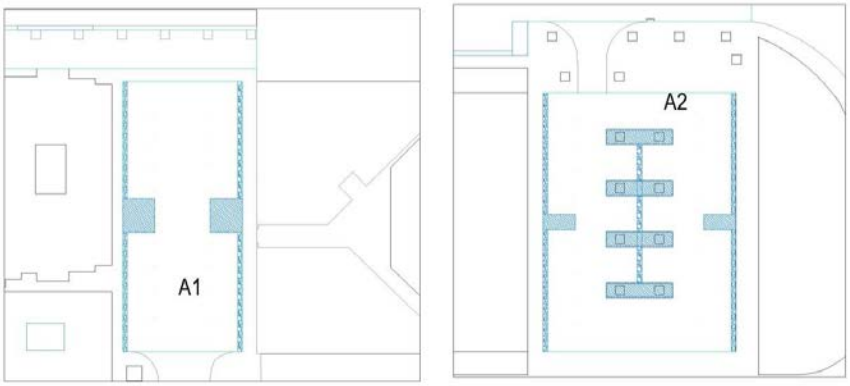


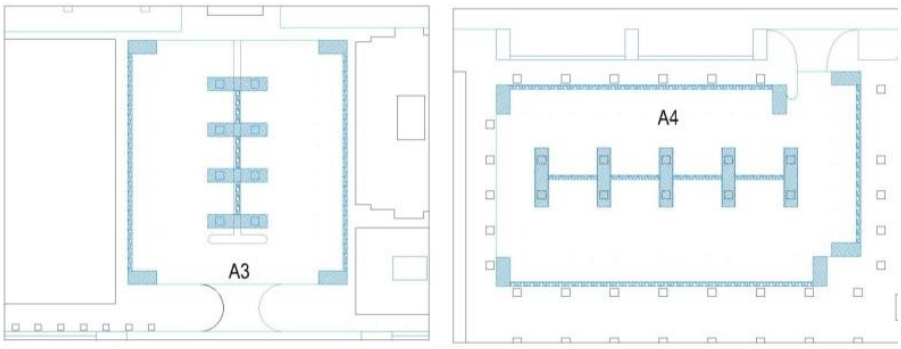
ÁREAS DE BIORETENCION_VIARIO CENTRAL (V1)							
Elemento	**Nº**	**Longitud**	**Anchura**	**Área**	**Prof.**	**Coste Unitario**	**PEM (€)**
V1_Sc14	8	4,5	1,8	8,10	0,8	41,57	2154,99
V1_SC15	32	4,5	1,8	8,10	1	41,57	10774,94
Dren Frances	1	605	0,3	181,50	0,6	27,38	2981,68
Imbornales	24					156,02	3744,48
TOTAL							**19656,09**

A1-2-3-4_ÁREAS DE APARCAMIENTO_DREN FRANCÉS + ÁREA BIORETENCIÓN

En este caso los drene se colocaran linealmente en los bordes de las bandas de aparcamiento, mientras que las áreas de biorretención se situarán o bien en las esquinas o en el centro, según estén ubicados los imbornales en la situación inicial.







ÁREAS DE BIORETENCION_APARCAMIENTOS (A1)							
Elemento	**Nº**	**Longitud**	**Anchura**	**Área**	**Prof.**	**Coste Unitario**	**PEM (€)**
A1_Sc 2-12	2	4,25	4,5	19,13	0,75	41,57	1192,54
Dren Francés	4	15,4	0,3	4,62	0,6	27,38	303,59
Imbornales	2					156,02	312,04
SUBTOTAL							1808,17
A1_Sc 5-6	4	4,25	2	8,50	0,75	41,57	1060,04
Dren Francés	2	27,25	0,3	8,18	0,6	27,38	268,60
Imbornales	4					156,02	624,08
SUBTOTAL							**1952,71**
TOTAL	4						**7521,76**

ÁREAS DE BIORETENCION_APARCAMIENTOS (A2)							
Elemento	**Nº**	**Longitud**	**Anchura**	**Área**	**Prof.**	**Coste Unitario**	**PEM (€)**
2A_central	3	8,75	1,8	15,75	0,7	41,57	1374,93
2A_esquina	2	4,25	1,8	7,65	0,7	41,57	445,21
Dren Francés	1	78,25	0,3	23,48	0,6	27,38	385,65
Imbornales	6					156,02	936,12
SUBTOTAL							**3141,91**
TOTAL	2						**6283,82**

ÁREAS DE BIORETENCION_APARCAMIENTOS (A3)							
Elemento	**Nº**	**Longitud**	**Anchura**	**Área**	**Prof.**	**Coste Unitario**	**PEM (€)**
3A_central	4	8,75	1,8	15,75	0,6	41,57	1571,35
3A_esquina	4	4,25	1,8	7,65	0,6	41,57	763,23
Dren Francés	1	78,25	0,3	23,48	0,6	27,38	385,65
Imbornales	8					156,02	1248,16
SUBTOTAL							3968,38
TOTAL	1						3968,38

ÁREAS DE BIORETENCION_APARCAMIENTOS (A4)							
Elemento	**Nº**	**Longitud**	**Anchura**	**Área**	**Prof.**	**Coste Unitario**	**PEM (€)**
4A_central	5	8,75	1,8	15,75	0,6	41,57	1964,18
4A_esquina	6	4,375	1,8	7,88	0,6	41,57	1178,51
Dren Francés	1	135,8	0,3	40,74	0,6	27,38	669,28
Imbornales	11					156,02	1716,22
SUBTOTAL							**5528,19**
TOTAL	2						**11056,38**

- **Cubiertas:**

Nos encontramos también con elementos que permitirían intervenir en un solo nivel de gestión, pero para los que analizaremos dos alternativas:

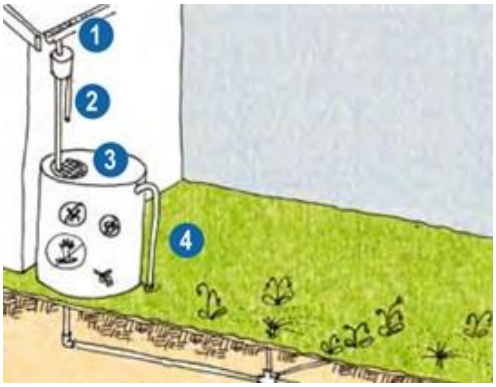
- Aljibe: asumidos como medida de prevención con el destino de cubrir necesidades urbanas como el riego de jardines.
- Áreas de biorretención: como elemento de infiltración que permitiría una gestión en origen de la escorrentía generada.

En ambos casos trabajaremos, como hemos comentado en el apartado 1, con los bajantes que funcionan como saneamiento separativo, que son los ubicados en la fachada de la edificación.



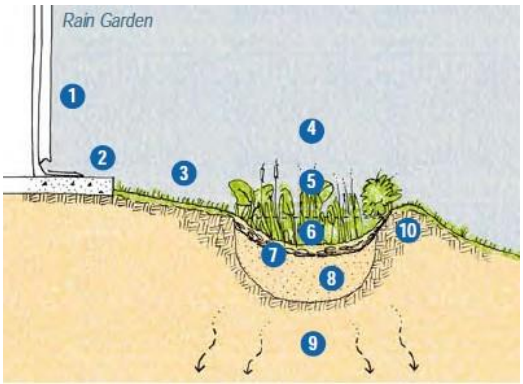






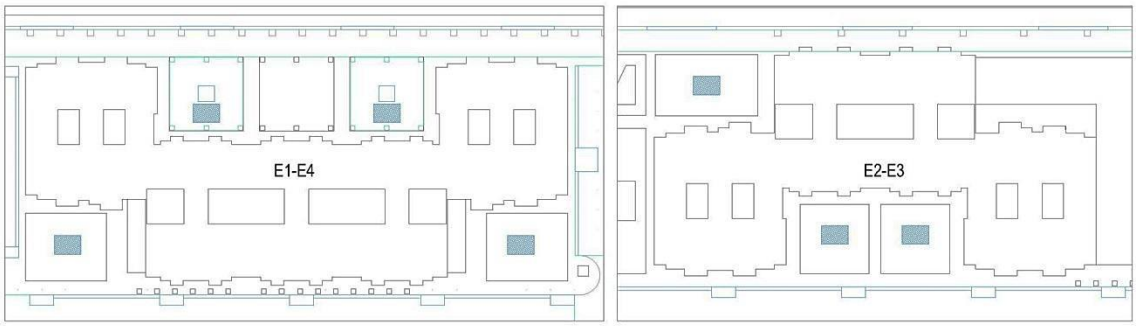
1. Filtro en bajante
2. Separador de primeras aguas
3. Rejilla anti-insectos
4. Aliviadero

Fuente: San Francisco Storm Water Design Guidelines (SFPUC, 2010) a través de Perales, S. 2014.



1. Bajante de superficie impermeable
2. Bloque disipador de energía
3. Distancia mínima a edificio (más de 3m)
4. Ancho mínimo (más de 2m)
5. Vegetación muy resistente a la sequía y la inundación
6. Profundidad entre 15 y 30 cm
7. Acolchado (*mulching*)
8. Relleno con suelo autóctono
9. Infiltración al subsuelo
10. Berma

En el caso de optar por la infiltración de la escorrentía de cubierta a través de jardines de infiltración, éstos se ubicarían en el perímetro de los edificios, de forma que no requiriesen importantes recorridos.



ÁREAS DE BIORETENCION_EDIFICIOS (E1-2-3-4)							
Elemento	**Nº**	**Longitud**	**Anchura**	**Área**	**Prof.**	**Coste Unitario**	**PEM (€)**
E1-E4	4 x 2	3,5	3,5	12,25	0,5	41,57	2036,93
E2-E3	6 x 2	3,5	3,5	17,50	0,7	41,57	1986,01
Imbornales	6			0,00		156,02	1560,20
TOTAL							**5583,14**

Si optamos por la opción de **captación y almacenamiento** del volumen de agua de lluvias necesario para cubrir las necesidades de riego de las zonas que actualmente no cuentan con pozos, precisaríamos de uno o varios depósitos que conjuntamente almacenasen un total de 198 m^3 de agua (considerando la captación separativa actual más los patios).

Si pensásemos, por ejemplo, en ubicar un depósito en cada uno de los edificios (Núcleos 2, 3 y 4), cada uno de ellos precisaría un volumen de 66 m3.

A nivel tentativo, podemos comentar que los precios de depósitos prefabricados para el almacenamiento de agua se sitúan en torno a los 100 €/m^3, lo cual supondría, sólo en inversión para el almacenamiento, un coste de unos **20.000 €** para adquirir depósitos para el volumen precisado (198 m^3).

3. RESULTADOS ESPERADOS

Como resultado de la implementación de los SUDS definidos en la barriada de Las Huertas, se obtendrían los siguientes resultados:

- **Reducción de la escorrentía promedio anual**

Podemos afirmar que la incorporación de SUDS propuestos generarían una reducción promedio del **46,59% del caudal de escorrentía** de la barriada, lo cual representaría unos **7879,31 m3/año**.

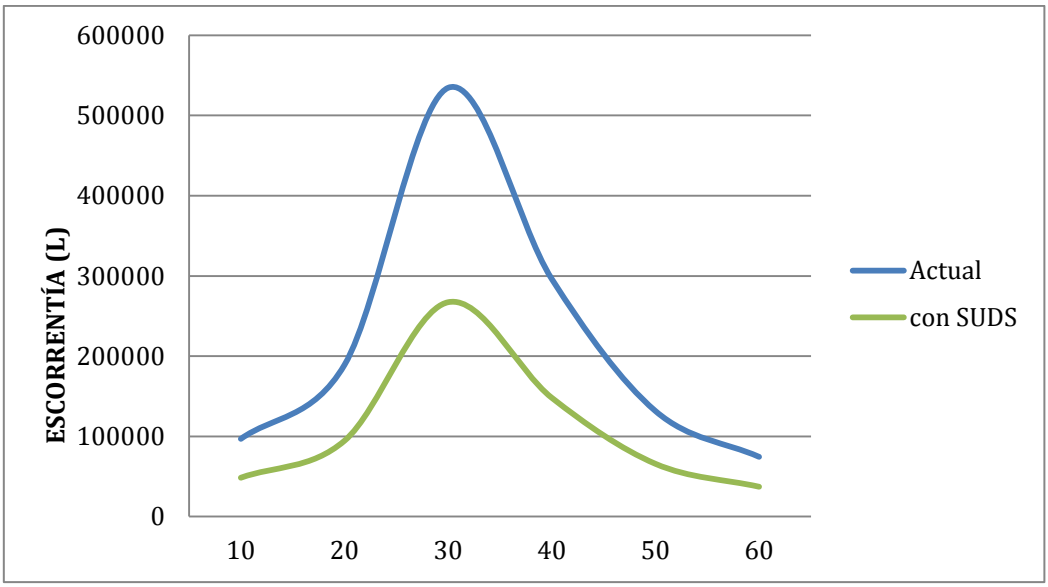
La escala de la intervención hace que sea posible que este volumen de infiltración sea captado por las capas inferiores del terreno, de manera que sea almacenado en el acuífero. Trasladar esta estrategia a escalas de mayor entidad (cuenca urbana), requeriría incorporar elementos que permitieran reconducir parte de esa escorrentía a través de la red de drenaje, ya sea la red natural o la artificial.

- **Reducción de los caudales punta**

Se produciría una reducción importante de los caudales punta en episodios de tormenta, lo cual redundaría en la disminución de las inundaciones y un mejor cumplimiento del RD 1290/2012 sobre desbordamientos de los sistemas de saneamiento.

En el gráfico podemos ver el hidrograma correspondiente a la escorrentía de la barriada para el aguacero característico de un periodo de retorno de 10 años y 1 hora de duración, definido a través del hietograma de diseño en el apartado 1.2. Observamos cómo existen una importante disminución tanto del caudal punta como del volumen total de la escorrentía.

HIDROGRAMA DE ESCORRENTÍA ÁREAS IMPERMEABLES DE LA BARRIADA DE LAS HUERTAS



Fuente: Elaboración propia.

El volumen total del hietograma correspondiente a 10 años de periodo de retorno sería de **668,41 m^3** para el conjunto de áreas impermeables de la cuenca, una superficie de **17.983,23 m^2.**

- **Ahorro energético**

Al no tener que someter estas aguas a bombeos en la red, ni tratamiento en la EDAR, obtendríamos un ahorro de 0,3772 kWh/m3, lo cual se traduciría en unos **2.972 kWh/año.**

En el cuadro siguiente podemos ver un **resumen de los resultados obtenidos**

RESULTADOS ESPERADOS							
ELEMENTOS	**SUPERF. (m2)**	**SUDS**	**SUP. SUDS (m2)**	**ESC. (m3/año)**	**%**	**COSTE (€)**	**COSTE € /m3**
ASFALTO							
TOTAL ACTUAL	**16179,19**			**7451,97**	**100,00%**		
A1_Aparcamiento tipo 1	2005,83	Dren+bioret.	144,50	923,86		7221,42	7,82
A2_Aparcamiento tipo 2	1607,74	Dren+bioret.	134,46	740,51		6549,45	8,84
A3_Aparcamiento tipo 3	1083,42	Dren+bioret.	82,98	499,01		4357,47	8,73
A4_Aparcamiento tipo 4	2952,60	Dren+bioret.	223,20	1359,94		13061,71	9,60
V1_Viario Avda. 28 Febrero	4646,60	Dren+bioret.	324,00	2140,18		18309,23	8,56
TOTAL INFILTRADA	**12296,19**			**5663,50**	**76,00%**	**49499,28**	**8,74**
PAVIMENTOS CEMENTO							
EFECTIVA ACTUAL	**11641,73**			**5046,64**	**100,00%**		
P1_Peatonal Trasera Muro	1425,12	Zanja Infilt	84,00	617,78		1769,30	2,86
P2_Peatonal Plazas Traseras	764,56	Bioretención	36,00	331,43		2775,46	5,37
P3_Peatonal Plaza Puente	427,84	Bioretención	27,00	185,47			
TOTAL INFILTRADA	**2617,52**			**1134,68**	**22,48%**	**4544,76**	**4,01**
CUBIERTAS EDIFICACIÓN							
TOTAL ACTUAL	**12534,33**			**4414,79**	**100,00%**		
E1_Cubierta Sep Edif. 1	841,58	Bioretención	70,00	296,42		1330,51	4,49
E2_Cubierta Sep Edif. 2	693,18	Bioretención	62,50	244,15		1461,06	5,98
E3_Cubierta Sep Edif.3	693,18	Bioretención	52,50	244,15		1461,06	5,98
E4_Cubierta Sep Edif. 4	841,58	Bioretención	70,00	296,42		1330,51	4,49
TOTAL INFILTRADA	**3069,52**			**1081,13**	**24,49%**	**5583,14**	**5,16**
TOTAL	**17983,23**		**1311,14**	**7879,31**	**46,59%**	**59627,18**	**7,57**

4. ANÁLISIS ECONÓMICO

4.1. INVERSIÓN INICIAL

En relación con las propuestas definidas en los apartados anteriores, la incorporación de SUDS en la barriada de Las Huertas se presupuesta en la siguiente inversión inicial:

Áreas Peatonales:

P1_Zanjas de infiltración 1769,30 €

P2+P3_Áreas de bioretención 2950,05 €

Viario

V1_Dren Francés + bioretención 19656,10 €

Áreas de Aparcamiento

A1(x4)_ Dren Francés + bioretención 7521,76 €

A2(x2)_ Dren Francés + bioretención 6283,82 €

A3(x1)_ Dren Francés + bioretención 3968,38€

A4(x2)_ Dren Francés + bioretención 11056,38 €

Cubiertas

E1+E2+E3+E4_ Áreas de bioretención 5583,14 €

SUBTOTAL **58788,93 €**

6% Gastos Generales 3527,34 €

13% Beneficio Industrial 7642,57 €

TOTAL PRESUPUESTO EJECUCIÓN CONTRATA **69.958,91 €**

(IVA no incluido)

4.2. MANTENIMIENTO Y OPERACIÓN

Las operaciones requeridas para los elementos de infiltración descritos serían:

Operación	Frecuencia
Inspeccionar la acumulación de sedimentos en el sustrato filtrante para evitar la obstrucción del mismo.	1 vez/mes primer año. Después 2 veces /año
Eliminar los sedimentos de los sistemas de pretratamiento, ya sea a mano o con bombas de succión.	Depende del índice de acumulación. Mínimo 2 veces /año
Asegurarse, especialmente en los primeros meses de funcionamiento, que se produce el vaciado después de la lluvia.	1/año
Supervisar la instalación cuando se produce un fallo	Cuando sea necesario

Además, las áreas de bioretención, o jardines de infiltración, precisarán de las laboras propias de un elemento ajardinado: riego, poda, etc.

5. COMPONENTES SOCIALES

- **Población beneficiaria**

Existirían dos niveles de impacto positivo en relación a la implantación de SUDS.

A **la escala de la barriada** de Las Huertas, se produciría una mejora de la calidad ambiental al incorporarse un total de **1311,14 m^2 de áreas ajardinadas**, además de disminuirse la **vulnerabilidad a las inundaciones**, hecho que se produce con cierta frecuencia en la salida de la Avda. 28 de Febrero a Avda. Kansas City por el norte. Estos beneficios redundarían en el **100% de la población de la barriada, unos 1600 habitantes.**

A la escala urbana, esta **disminución de la escorrentía superficial** beneficiaría al sistema de saneamiento en su conjunto, y supondría un ahorro en la gestión de estas aguas a la compañía, lo cual de una manera indirecta **beneficiaría al conjunto de la ciudad.**

Es importante señalar, que está prevista la construcción de un **Tanque de Tormentas** en la barriada con un coste de **15,4 mill de euros** (+IVA) de presupuesto de licitación. La capacidad de este tanque al máximo nivel de explotación sería de **41.100 m^3**, y serviría a una subcuenca urbana de **231,3 Ha** (EMASESA, 2007) . Es decir, el coste de la infraestructura en relación a su capacidad sería de **374,69 €/m^3**, y en función a la superficie servida de **66.956,51 €/Ha.**

En nuestro caso, los SUDS propuestos están diseñados para tener una capacidad de infiltración de **668,41 m^3**, y un coste total de **70.525,84 €** (+ IVA), dando servicio una subcuenca de **6,78 Ha**. Esto supondría un coste en relación a la capacidad de reducción de escorrentía **105,51 €/m^3,** y en función a la superficie servida de **10.394, 37 €/Ha.**

Como podemos observar, el coste de la inversión inicial necesaria para la implementación de SUDS puede ser **3,5 veces menor** en relación al volumen, y hasta **6,4 veces menor** en relación a la superficie servida, que la de otro tipo de infraestructuras como los tanques de tormenta.

- **Impacto sobre el empleo**

Los SUDS seleccionados no requieren de la inversión en tecnologías muy complejas o especializadas, de manera que tanto su construcción como su mantenimiento **pueden ser llevados a cabo por mano de obra local** adecuadamente asesorada y formada.

BIBLIOGRAFÍA

Aqua-Riba (2014-01). *Informe de Seguimiento Nº1. Anejo2_Contenidos.* Proyecto Aqua-Riba. Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía. Sevilla.

Aqua-Riba (2014-02). *Informe de Seguimiento Nº2. Anejos: Documento 01_Caracterización Urbano Territorial.* Proyecto Aqua-Riba. Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía. Sevilla.

Chow VT, Maidment DR, Mays LW. (1988). *Applied Hydrology*. McGraw-Hill, New York.

Chow, V.; Maidment, D.; Mays, L. (1994). *Manual de Hidrología Aplicada*. Santafé de Bogotá, Colombia: Mc Graw-Hill. 584 p

CIRIA (1996). *Infiltration drainage – Manual of good practice*. Report 156, Construction Industry Research & Information Association, London.

CIRIA (2000). *Sustainable urban drainage systems: A design manual for England and Wales.* Report C522, Construction Industry Research & Information Association, London.

Costello, L.R. y Jones, K.S. (2000) *A Guide to Estimating Irrigation Water Needs of Landscape Plantings in California. The Landscape Coefficient Method and WUCOLS III (Water Use Classifications of Landscape Species).* Department of Water Resources. University of California. California (EEUU).

EMASESA (2007) *II Plan de Actuaciones para la mejora del drenaje de la Cuenca del Tamarguillo: Tanque de retención de aguas pluviales en Avda. Kansas City*. Sevilla.

Francés, F., Albentosa, E., Bellver, V. y Marco, J. (2003) *Hidrología básica para ingenieros*, Valencia: Editorial UPV.

SFPUC (2010). *San Francisco Storm Water Design Guidelines* . San Francisco Public Utilities Commision. City of San Francisco (EEUU).

Soler Arias, E. et al. *Protocolo de Inspección Técnica de la Edificación. Anejo 1.2. Mapa Geotécnico Básico de Sevilla.* Fundación FIDAS. Sevilla.

Puente, R. (2013). *Guía para la creación de huertos sociales ecológicos en Andalucía*. Junta de Andalucía. Sevilla.

Vorsevi (2007) *Estudio Geotécnico. Proyecto Tanque 3 en Avda. Kansas City, Depósito de retención de aguas de Tormentas. Sevilla.* Sevilla.

DOCUMENTO Nº 8 AUDITORÍA DE LOS USOS DE AGUA NO DOMÉSTICOS

DOCUMENTO CORREGIDO

AQUA-RIBA

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

Proyectos de I+D+I relativos al ámbito competencial de la Consejería de Obras Públicas y Vivienda 2011 - 2013. Expediente: G-GI3001/IDIN

INFORME DE SEGUIMIENTO Nº4
Marzo 2014

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

ÍNDICE

INTRODUCCION

1. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA DE LOS USOS NO DOMESTICOS EN EL BARRIO DE LAS HUERTAS

1.1.Marco normativo.

1.2. Los usos no domésticos en el contexto general de la ciudad de Sevilla

1.3. Cuantificación inicial de los usos no domésticos en el barrio de Las Huerta.

1.4. Información obtenida del trabajo de campo realizado

2. DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES

2.1.Esquema metodológico del procedimiento de auditoria propuesto

2.2.Propuestas de actuación para los establecimientos estudiados en el barrio de Las Huertas

2.3. Criterios de actuación.

3. OBJETIVOS/RESULTADOS ESPERADOS.

3.1. Centros escolares

3.1.1 Situaciones de partida: características de las instalaciones
3.1.2. Objetivos
3.1.3. Ahorros posibles
3.1.4. Mantenimiento y conservación de las meditas establecidas
3.1.5. Costes y dificultades

3.2. Bares y cafeterías.

3.2.1 Objetivos.
3.2.2. Actuaciones posibles.
3.2.3. Dificultades y problemas

3. 3. Peluquerías

3.3.1 Objetivos.
3.3.2. Actuaciones posibles.
3.3.3. Dificultades y problemas

4. DOCUMENTACIÓN Y FUENTES.

ANEXOS

INTRODUCCION

Los usos domésticos de agua suman la mayor parte de los consumos urbanos de agua, con un porcentaje, que aunque muy variable entre unas poblaciones y otras, se sitúa entre el 65% y el 80% de los consumos. Sin embargo, el panorama de los suministros de agua no queda completo sin atender a ese porcentaje de usos no domésticos, en los que las potencialidades de la intervención para mejorar los niveles de eficiencia del conjunto del sistema son altos.

El objetivo de este documento es incorporar estos otros usos en el tratamiento general del caso de estudio del barrio de Las Huertas. El trabajo se ha apoyado en un trabajo de campo de detalle (inventario de establecimientos presentes, encuestas y reconocimiento de los establecimientos seleccionados). Pese a ello, en los usos no domésticos la negativa a la Empresa Metropolitana de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla (EMASESA) a colaborar con el estudio ha motivado la imposibilidad de hacer cuantificaciones concretas de los resultados de las actuaciones posibles, dado que en este caso no ha sido posible sustituir los datos concretos de facturación con otras fuentes información.

El estudio tiene una orientación metodológica, apoyándose fundamentalmente en la considerable experiencia en este campo de la Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES) de Zaragoza, en la que varios miembros del equipo AquaRiba han participado activamente.

Por otra parte, muchas de las actuaciones planteadas en este estudio son concreción en los establecimientos públicos de las actuaciones que se detallan en otros documentos (medidas de ahorro y eficiencia, revegetación y huertos urbanos, etc.), con los que forman un conjunto articulado y a cuyas concreciones remitimos.

1. CARACTERIZACIÓN Y DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE PARTIDA DE LOS USOS NO DOMESTICOS EN EL BARRIO DE LAS HUERTAS

1.1 Marco normativo

De acuerdo con el artículo 50 del Reglamento del Suministro Domiciliario de Agua en Andalucía (Decreto 120/1991, de la Consejería de Presidencia de la Junta de Andalucía), el suministro de agua en el abastecimiento urbano se clasifica en **suministro para usos domésticos** y **suministro para otros usos**. Los primeros son aquellos que afectan exclusivamente a locales destinados a vivienda siempre que en ellos no se realice actividad industrial, comercial o profesional de ningún tipo. Quedan igualmente excluidos los locales destinados a cocheras, aun cuando sean de uso particular y para un solo vehículo, cuando aquéllos sean independientes de la vivienda.

Los suministro para otros usos, son todos aquellos en los que el agua no se utilice para los fines expuestos en el apartado anterior:

- Suministro para unos usos comerciales: se considerarán como tales todos aquellos suministros en los que el agua constituya un elemento indirecto y no básico en una actividad profesional, comercial, abril o industrial.
- Suministros para usos industriales: Se entenderán como tales todos aquellos suministros en los que el agua constituya un elemento directo y básico, o imprescindible, en la actividad industrial o comercial.
- Suministros para Centros Oficiales: Se entenderán como tales, los que se realicen para centros y dependencias del Estado y de la Administración Autonómica, Local y Provincial y de sus Organismos Autónomos.
- Suministros para otros usuarios: Se consideración como tales, aquellos no enumerados en los grupos 1), 2) y 3) de este mismo apartado, tales como: abonados circunstanciales o esporádicos por razón de ferias, etc.; conciertos de suministros por aforo para un fin específico; convenios a tanto alzado y/o suministros para abonados cuya actividad consista en la prestación de un servicio gratuito a la sociedad general, no incluidos en los distintos apartados que anteceden.

También la Ley Andaluza del Agua (2010) estable con carácter general una clasificación entre **usos domésticos** y **no domésticos**, aunque sea para diferenciar el tratamiento entre ambos a efectos de tarifación del canon autonómico que se aplica (ver tabla 1).

TABLA 1. Criterios dotacionales para la tarifación por bloques de consumo establecidos por la Ley andaluza del agua (2010).

Tipo	Consumos	Euros/m^3
Usos Doméstico	*Consumo entre 2 m^3 y 10 m^3/vivienda/mes*	0,10
	Consumo superior a 10 hasta 18 m^3/vivienda/mes	0,20
	Consumo superior a 18 m^3/vivienda/mes	0,60
Usos no doméstico	*Consumo por m^3/mes*	0,25
	Pérdidas en redes de Abastecimiento	0,25

Elaboración propia. Fuente: Ley de Aguas de Andalucía, 2010, art.87.

1.2. Los usos no domésticos en el contexto general de la ciudad de Sevilla

Basándose en esta clasificación, a efectos de cuantificación y facturación, la empresa responsable del servicio de aguas en Sevilla (EMASESA) estructura los distintos tipos de uso de la siguiente manera: **consumos domésticos**, **industriales** y **oficiales**. Como se puede observar la distribución del volumen de agua facturada entre estos tres sectores o tipos de usos es: 72,50% consumos domésticos, 24,50% consumos industriales y 3,00% consumos oficiales (ver tabla 2).

Tabla 2. Estructura del consumo en el área de abastecimiento de EMASESA (2013 y previsto 2014).

Uso		2013	2014
Doméstico	Bonificado hasta 3 m^3/hab./mes	9,695	9,607
	De 0 a 4 m^3/habitante/mes	27,516	27,265
	5º m^3/habitante/mes	2,651	2,627
	Más 5 m^3/habitante/mes	4,047	4,010
Industrial	Nocturno	3,828	3,828
	Cualquier consumo	11,091	10,855
Oficial	Cualquier consumo	1,808	1,808
Total		60,636	60,000

Elaboración propia. Fuente EMASESA, 2013

Considerando el número de clientes medio de cada año y excluyendo el agua facturada en alta (aquella que se destina a los abastecimientos de otros sistemas de gestión, fundamentalmente ALJARAFESA), la distribución prevista en el sistema de abastecimiento de Sevilla para el 2014 es la siguiente (ver tabla 3):

Tabla 3. Consumos, número de clientes por tipo de uso y consumo medio anual en 2014.

Uso	Consumos*	% sobre total	Nº Clientes**	m^3/mes/cliente
Doméstico	43.508	72,5	450.483	8,05 m³/vda/mes
Industrial	14.684	24,5	49.919	24,51 m³/ mes
Oficial	1.808	3,0	1.686	89,36 m³/ mes

* dam^3 ** Media Anual

Elaboración propia. Fuente EMASESA, 2013

De la información presentada en las tablas anteriores se desprende que la mayor parte de los consumos agua facturados en la ciudad de Sevilla (cerca de las tres cuartas partes) son de carácter **doméstico**. Este dato, aunque con algunas diferencias entre unas poblaciones y otras de la Comunidad Autónoma, se corresponde con una tónica general y puede ser considerado un dato de referencia muy significativo.

Por otra parte, en la documentación de EMASESA los restantes tipos de consumo de agua se agrupan en dos grupos: el uso **industrial**, que es con diferencia el más

importante de los dos; y el **uso oficial**. El primero, de denominación algo confusa (no se adopta la terminología del Reglamento de Suministro domiciliario de agua: "para otros usos"), incluye todo tipo de actividades productivas realizadas en la ciudad que están conectadas a la red de abastecimiento urbano; entre estas actividades se encuentran las que se sitúan convencional y habitualmente en el **sector industrial o secundario**, pero también todas las **actividades del sector terciario o de servicios** características de los espacios urbanos: **hostelería, comercio, sanidad, servicios personales, servicios financieros,** etc. Se trata, por tanto, de tipos de usos muy diversos, con grandes diferencias internas, que reciben un tratamiento normativo y económico de conjunto por parte de la empresa de aguas.

A estos mismos efectos administrativos y tarifaros, el tipo de **uso oficial** incluye los consumos de las dependencias de los **Servicios Municipales**, los **centros de beneficencia** que tengan reconocido tal carácter, las **dependencias del Estado o de la Junta de Andalucía**, excepto las que dispongan de recursos propios y diferenciados de los Presupuestos Generales del Estado o de la Comunidad Autónoma para su sostenimiento, o tengan naturaleza jurídica de Organismos Autónomos o personalidad jurídica propia.

Además de estos tipos de usos hay que hacer constar, para completar la lista de usos no domésticos, los consumos de agua potable para **riego y baldeo** de zonas ajardinadas públicas o privadas y los **suministros contra incendios**.

1.3. Cuantificación inicial de los usos no domésticos en el barrio de Las Huerta.

El Barrio de Las Huertas es un espacio con poca presencia de actividades industriales-comerciales y de centros oficiales (ver tabla 4). Por ello el peso del consumo no doméstico es inferior al que las anteriores cifras indican como porcentaje medio para el conjunto de la ciudad.

Tabla 4. Inventario de establecimientos (comercios, talleres, servicios públicos, centros de enseñanza) en la Barriada de Las Huertas:

Uso de establecimientos públicos	
Industrial	5 Establecimientos de restauración
	3 Centros sociales (peñas, vecinales…)
	9 Comercios
	2 Peluquerías
	2 Talleres
Oficial	1 Colegio de Educación Infantil y Primaria Baltasar Alcázar

Elaboración propia a partir de las distintas visitas de campo a la Barriada Las Huertas

Tomando como cifras indicativas (meros ordenes de magnitud) los consumos medios de **clientes industriales** (25 m^3/mes) y **oficiales** (90 m^3/mes) del conjunto del área de abastecimiento de EMASESA, **en el barrio de Las Huertas alcanzaríamos un volumen aproximado de consumo de 615 m^3/mes (525 m^3/mes industrial y 90 m^3/mes oficial)** (ver tabla 5)**.** Contrastando esta cifra con el consumo doméstico mensual medio en este mismo ámbito (5.250 m^3/mes), observamos que el **consumo no doméstico** se sitúa en torno al 12% del consumo doméstico.

A estos consumos hay que añadir los usos comunes (el agua consumida en limpieza, etc. en cada bloques), que en nuestro caso se eleva a 21 m^3/año y el riego de jardines, que suma 419 m^3/año (de la red) más 1.315 m^3/año de aguas subterráneas por medio del pozo existente en el barrio. Por su parte, de acuerdo con informaciones proporcionadas por LIPASAM, el baldeo de calles consume 22 m^3/semana, es decir 1.144 m^3/año. Tanto esta última cifra como la correspondiente al agua subterránea utilizada para riego tienen un origen y calidad distintos de la suministrada por la red, por lo que no la incluimos en el total considerado.

Por tanto, el consumo no doméstico significa el **10,4% del consumo total del barrio** de agua de la red (doméstico 5.250 m^3/mes + no doméstico 615 m^3/mes + bloques y riegos 37 m^3/mes , total 5.902 m^3/mes).

Tabla nº 5. Estructura de los tipos de uso de agua en Las Huertas

Tipo de uso	Consumo (m^3/mes)	% sobre consumo total
Doméstico	5.250	89,0
Industrial	525	8,9
Oficial	90	1,5
Total no doméstico	615	10,4
Total urbano	5.902 (incluido bloques, riegos)	100

Elaboración propia. Fuente EMASESA, 2013 y trabajo de campo.

Obsérvese que estas cifras son meramente indicativas, aunque presentan, en esta escala de conjunto, un nivel de coherencia considerable. En cualquier caso, es importante señalar que carecemos, salvo casos muy excepcionales, de información precisas sobre consumos de agua concretos y desagregados para cada uno de los establecimientos identificados en el barrio. En este sector es donde más gravemente afecta la negativa por parte de la empresa (EMASESA) de aportar la información que el estudio requiere. En este caso, a diferencia del sector doméstico, no ha sido posible suplir esta carencia, pese al intenso trabajo de campo realizado, que más adelante se presenta.

1.4. Información obtenida del trabajo de campo realizado

De entre los establecimientos públicos, equipamientos, servicios, comercios y otras actividades productivas localizadas en el barrio, hemos seleccionado por su mayor significación en los usos del agua los establecimientos de restauración (bares y restaurantes), las peluquerías y el centro escolar (resaltados con letra negrita en la tabla 6).

Tabla 6. Identificación y distribución espacial de los establecimientos en la zona de estudio:

Distribución por bloques	
Bloque 1	**Cervecería Las Más Fría**
	Autoservicio Las Huertas
	Peluquería Villalba-Pereira (Señoras)
	Peluquería Pepín
	Cervecería Manuel
	Ferretería
	Frutería-ultramarinos
Bloque 3	**Cervecería Marisquería Las Huertas**
	Farmacia
	Bar Desayunos y Tapas
	Desavíos Mariki
	Taller Mellado (de coches)
	Peña Bética
	Carnicería
	Autoservicio y ultramarinos
	Panadería La Parra
	Peñita
Bloque 4	**Restaurante Los Morales**
	Ultramarinos
	Servicio técnico, montaje y reparación
	Asociación de vecinos Las Huertas
Edificios Exentos	**Colegio Baltasar Alcázar (Educación primaria)**
	Colegio Baltasar Alcázar (Educación infantil)

Elaboración propia a partir de las distintas visitas de campo a la Barriada Las Huertas

Se ha hecho un **reconocimiento** de los establecimientos seleccionados, y se ha pasado un **cuestionario ajustado al tipo de establecimiento** (bares, peluquerías, colegio) a los responsables (propietarios, encargados, directores) de los mismos.

Los cuestionarios se has estructurado en los siguientes apartados:

Tabla 7. Contenidos de los cuestionarios

Apartados	
Características de la barriada	Valoración de los elementos del barrio
Características del consumo	Presión
	Tipo de Calentador
	Instalación de electrodomésticos
	Hábitos de uso y gestión
Características del establecimiento	Características físicas del local
	Organización de empleados
	Áreas del establecimiento
	Tipo de instalación
	Consumos y costes de agua
	Ratios
	Instalación de agua en baños y cocinas
	Sistemas de calefacción
	Sistemas de refrigeración
	Mantenimiento de las instalaciones
	Zonas verdes

Elaboración propia a partir de la estructura y contenidos de los cuestionarios

Los cuestionarios cumplimentados (8 en total) se recogen en el anexo 1. La síntesis de la información obtenida a través de los cuestionarios y el reconocimiento de los establecimientos o instalaciones de consumos no domésticos se presenta en las tablas 8, 9, y 10.

Tabla 8. Síntesis de los cuestionarios correspondientes a Bares-Restaurantes

Características de la Barriada	**Valoración**	**Características del Consumo**	**Valoración**	**Características del**	**Valoración**
Problemas de la barriada	Paro	**Presión**	Normal	**Superficie (m2)**	102
Estado Suelos, pavimentos, aceras	MM	**Cortes de agua**	No	**Año Construcción local**	1980
Vegetación, sombras, arbolado	R-M	**Agua del grifo no sabe a nada**	No sabe	**Última reforma del local**	5-15 años
Riego de jardines	M	**Agua transparente**	Transp.	**Régimen**	Propiedad
Fuentes Públicas	MM	**Agua no huele a nada**	No huele	**Nº empleados**	2 (sin contar el bar Los Morales)

	Servicio de limpieza de calles	M		**Calentador de gas**	No		**Nº mesas en salón**	4(sin contar el bar Los Morales)
	Sistema de alcantarillado	MM		**Calentador eléctrico**	Sí		**Nº mesas terraza**	3
	Problemas alcantarillado	Atascos y malos olores		**Capacidad en litros**	25		**Metros de barra**	5,3
				Ubicación calentador	Cocina		**Identificar distintas áreas del local**	2 baños, cocina, salón-barra
				Tiempo en salir agua caliente	0-15 sg		**Localizar puntos de agua**	1 punto en cada área (en la barra a veces 2)
				Medir Q (l/sg)	0,205		**Volumen de agua en m3**	No accesible la factura
				Lavavajillas	Sí, Industrial		**Factura en €**	No accesible la factura
				Antigüedad	10 años		**Usos**	Elaboración comidas, servicios, limpieza vajilla, limpieza establecimiento
				Veces al día	1-2		**Nº total baños**	2
				Uso de programas ahorradores	Sí		**Tipo de grifos en baños**	monomando-economizadores
				Lavadora	No		**Tipo cisternas**	Grande (12-18 litros)
				Cafetera industrial	Sí		**Nº grifos en la cocina**	1,25
				Máquina de producción de hielo	Sí		**Nº grifos en barra**	1,5
				Uso de agua caliente en cocina	Siempre/ indistintamente		**Tipo de grifería en barra**	monomando-economizador
				Renovación del baño	Sí		**Terraza o plantas**	No
				Tiempo Renovación baño	5-15 años			
				Fugas en últimos 6 meses	No			
				Desecho de papel y toallitas	WC-papelera			
				Desecho aceite	Otro			
				Productos de limpieza	Lejía			

Tabla 9. Síntesis de los cuestionarios correspondientes a Peluquerías

Características de la Barriada		Valoración
	Problemas de la barriada	Paro
	Estado Suelos, pavimentos, aceras	R-B
	Vegetación, sombras, arbolado	R-M
	Riego de jardines	B
	Fuentes Públicas	R
	Servicio de limpieza de calles	R-B
	Sistema de alcantarillado	R-B
	Problemas alcantarillado	Insectos

Características del Consumo		Valoración
	Presión	Normal
	Cortes de agua	No
	Agua del grifo no sabe a nada	Casi no sabe a nada
	Agua transparente	Transp.
	Agua no huele a nada	No huele
	Calentador de gas	No
	Calentador eléctrico	Sí
	Capacidad en litros	50
	Ubicación calentador	Falso techo
	Tiempo en salir agua caliente	30 sg
	Medir Q (l/sg)	0,28
	Lavavajillas	No
	Lavadora	No
	Cuando usa agua caliente en el lavacabezas	Siempre/indistintamente
	Renovación del baño	Sí
	Tiempo Renovación baño	10
	Fugas en últimos 6 meses	No
	Desecho de papel y toallitas	WC
	Desecho tintes,etc.	Fregadero-lavacabezas
	Productos de limpieza	Lejía

Características del Establecimiento		Valoración
	Superficie (m2)	40
	Año Construcción local	1980
	Última reforma del local	2004
	Régimen	Alquiler-Propiedad
	Nº empleados	1
	Nº lavacabezas	1
	Identificar distintas áreas del local	salón y baño
	Localizar puntos de agua	salón y baño
	Volumen de agua en m3	16
	Factura en €	48
	Usos	lavacabezas, sala de estética, servicios y limpieza establecimiento
	Nº total baños	1
	Tipo de grifos en baños	Mezcladores-monomando-economizadores
	Tipo cisternas	Grande (12-18 litros)

Tabla 10. Síntesis del cuestionario correspondiente al Colegio Baltasar de Alcázar

Características de la Barriada			Datos y Características del Centro Escolar			Abastecimiento de agua			Característica del consumo		
	Valoración			**Valoración**			**Valoración**				**Valoración**
	Problemas de la barriada	Carencias de Infraestructuras		**Superficie Solar (m2)**			**Origen abstecimiento de agua**			**Volumen de consumo de agua (m3)**	Ayuntamiento
	Estado Suelos, pavimentos, aceras	M		**Superficie Construida (m2)**			**Tratamiento**			**Coste unitario**	Ayuntamiento
	Vegetación, sombras, arbolado	B		**Superficie zonas verdes (m2)**			**Usos: determinar los diferentes usos del agua en el centro**	Servicios(grifo, urinario, inodoro)		**Coste total**	Ayuntamiento
	Riego de jardines	NS/NC		**Fecha construcción**	1980		**Presión que sale del grifo**	Normal		**Ratios**	
	Fuentes Públicas	NS/NC		**Nº profesor**	13		**Se producen cortes de agua**	No		**Tiempo en salir agua caliente**	No procede
	Servicio de limpieza de calles	R		**Nº personal adminis.**	1		**El agua del grifo no sabe a nada**	Regular		**Medir Q (l/sg) baño niñas planta baja**	0,07
	Sistema de alcantarillado	NS/NC		**Nº personal mantenimiento**	Ayuntamiento		**El agua del grifo es transparente**	Es transparente		**Medir Q (l/sg) baño niñas planta alta**	0,265
	Problemas alcantarillado	Atascos, olores y charcos		**Nº personal limpieza**	2		**El agua del grifo no huele a nada**	No huele a nada		**Nº total baños en el centro**	8 y 6
				Nº conserje	2		**Calentador de gas**	No		**Grifos**	Pulsómetors-mezcladores
				Nº personal comedor	No procede		**Calentador eléctrico**	No		**Cisternas**	Pequeñas (6 litros)
				Nº total de alumnos	90-100					**Rotura**	Puntual hace 6 meses
										Desecho de papel	WC
										Desecho toallitas	Papelera
										Sistema de riego	No hay

2. DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES

2.1. Esquema metodológico del procedimiento de auditoria propuesto

El ciclo completo del método de auditoria que ha servido de referencia para este estudio de caso, ha sido el contenido en la serie **Ecoauditorias del Agua** elaborados por la Fundación Ecología y Desarrollo (ver apartado de Documentación y bibliografía)

Las etapas del proceso que debe seguirse en el desarrollo de las auditorías son las siguientes:

Primera fase: exploración y diagnóstico inicial

1. Recogida de información sobre **hábitos y comportamientos** en el uso del agua de acuerdo con las características de la unidad de consumo de que se trate: colegio, bar, restaurantes, centro deportivo, peluquería, lavandería, talleres de diferente tipo, etc.
2. Conocer las **instalaciones de agua** del centro
3. Establecer **un inventario de los consumos** de agua: volúmenes, calendario, calidades, distribución entre agua fría y caliente.
4. Análisis e interpretación de datos e Informe de Auditoría Inicial

Segunda fase: implicación de agentes y definición de plan de actuación

1. Comunicación de los resultados de la Auditoría Inicial a los agentes implicados: dirección del colegio, empresarios, gerentes de los establecimientos, etc.
2. Definición consensuada de objetivos y valoración de medidas/propuestas de mejora
3. Identificación de propuestas de mejora y elaboración de un Plan de Acción
4. Definición y desarrollo del Plan de Acción
   - Fichas de observación, recogida de datos y evaluación
   - Propuestas de mejora y ahorro de agua
   - Cambio de hábitos y comportamientos
   - Optimización del sistema
   - Formación e información de las personas implicadas en los usos
   - Elección y colocación de dispositivos ahorradores de agua
   - Sustitución de equipamientos existentes por aparatos más eficientes
   - Instalación de sistemas de reúso o reciclaje de agua
   - Aprovechamiento de fuentes de agua alternativas

Tercera fase: seguimiento y valoración del plan de acción

En los casos de implementación material de las actuaciones, la fase de seguimiento, mantenimiento y evaluación son imprescindibles. Van unidas a un planteamiento de operatividad, ajuste a las condiciones del entorno, sostenibilidad y potenciación de capacidades de gestión por parte de la comunidad beneficiaria de la intervención.

2.2. Propuestas de actuación para los establecimientos estudiados en el barrio de Las Huertas

- Instalación sanitaria. Elementos de fontanería eficiente.
  - *Aireadores*
  - *Dispositivos urinarios en vez de wc*
  - *Mecanismos de doble descarga en inodoros*
  - *Cabezales de ducha ahorradores*

En todos los establecimientos en los que existen usos no domésticos, este tipo de actuaciones son muy necesarias, en caso de que todavía no estén implementadas. En algunos casos, tienen una gran importancia, especialmente en colegios, instalaciones deportivas, centros asistenciales, etc. De este tipo de establecimientos en el barrio de Las Huertas solo está representado el colegio de infantil y primaria. En otros casos (como bares o talleres) estas actuaciones tienen una significación menor.

- Electrodomésticos más eficientes
  - *Lavavajillas*
  - *Lavadoras*
  - *Máquinas de café con sistema de recirculación del agua con un ahorro de 100 mm por cada café, (1 l cada 10 cafés).*
  - *Máquinas de producción de hielo refrigerada por aire con un ahorro de 250 m^3 anuales.*

Actuaciones de mucha importancia en establecimientos hosteleros y en centros educativos y asistenciales con comedor.

- Refrigeración y calefacción
  - *Aislamiento de las tuberías de distribución de la caldera*
  - *Sustitución de aparatos refrigerados sin recirculación de agua por aparatos refrigerados con recirculación*

Con impacto significativo, dependiendo de las características de las instalaciones:

- Zonas verdes
  - *Vegetación*
  - *Elegir especies autóctonas*
  - *Mejorar la eficiencia en el riego*
  - *Huertos escolares*

Importantes en establecimientos que cuentan con espacios abiertos significativos, como es el caso del Colegio localizado en el barrio objeto de estudio, en el que además de actuaciones de vegetación, se estudia la propuesta de un huerto escolar, retomando ideas que ya han sido planteadas por la Asociación de padres (APA) y claustro docente.

- Información de hábitos eficientes en clientes y empleados

Imprescindible como actuación de base en todos los casos. De especial importancia en centros escolares y educativos en general (deportivos, culturales), por la dimensión formativa que esta batería de actuaciones implican en todos los casos.

- Detección precoz y subsanación de fugas

De especial importancia para grandes instalaciones, con consumos elevados, en los cuales la incidencia de este tipo de incidencias puede quedar oculta, pese a ser importante, y generar costes graves.

2.3. Criterios de actuación.

Los criterios fundamentales de las actuaciones en el ámbito de los usos no domésticos han sido la reducción del consumo, con la consiguiente reducción de consumo energético. Esta reducción produce su correspondiente disminución de volúmenes evacuados, con las consiguientes economías para el sistema y para los clientes.

En el caso de las actuaciones en el centro escolar se ha considerado el objetivo de mejora de drenaje (infiltración), mejora de la calidad del espacio público y reducción de ruidos y radiaciones (arbolado, vegetación en general), experiencia formativa y mejora de la cohesión social (huerto escolar).

Un aspecto importante que no ha sido considerado de manera concreta, con trabajo de campo específico, ha sido la reducción y mejora de los vertidos de actividades no domesticas contaminantes como talleres y carnicerías.

3. OBJETIVOS/RESULTADOS ESPERADOS.

3.1. Centros escolares

3.1.1 Situaciones de partida: características de las instalaciones

En noviembre de 2014, el equipo de investigación del proyecto AquaRiba realizó una vista de reconocimiento de las instalaciones de uso del agua en el Colegio Baltasar Alcázar. Como resultado de dicho estudio, se comprobó que la situación general era aceptable, pero que existían puntos de excesivo consumo que podían ser corregidos. Actualmente cuenta con dos edificios, cuyas labores de mantenimiento se encuentran a cargo del servicio de Mantenimiento de Edificios Municipales del Ayuntamiento de Sevilla. El centro dispone de diversos sistemas de ahorro de agua (grifos temporizados, fluxores, etc.) por lo que la instalación de fontanería se podría considerar bastante eficiente.

En cualquier caso, de las experiencias disponibles para este tipo de establecimientos se desprende que es posible reducir de una manera notable el consumo de agua, por medio de una labor conjunta de sensibilización de los usuarios y mejoras en el sistema de fontanería.

Es importante que la dirección del centro plantee una renovación general de los elementos consumidores de agua considerados como no eficientes. Para la sustitución se deben seguir los criterios de máxima eficiencia en el consumo de agua manteniendo un gasto moderado en materiales.

3.1.2. Objetivos

El objetivo básico que el equipo de investigación le plantea al centro es el mantenimiento adecuado de las instalaciones, asegurando su correcto funcionamiento y la contención en el gasto de agua. La campaña debe estar reforzada por labores de sensibilización a través de los canales de comunicación interna con los alumnos. De esta manera se conseguirá una actuación integral desde el punto de vista educativo.

Esta acción de concienciación se debe completar con una actuación sobre las instalaciones de fontanería del centro, de forma que los alumnos pueden observar la aplicación directa de las recomendaciones recibidas. Conviene centrar las labores de fontanería en la instalación y/o sustitución de grifos temporizados con sistemas de reducción de caudal, y en la colocación en los inodoros de mecanismos de descarga con doble pulsador.

Asimismo, se plantea a una experiencia de demostración de las potencialidades de limpieza y desincrustamiento de la red de tuberías del centro severamente afectadas por procesos avanzados de obturación. Para ello se empleara la técnica desarrollado por el Grupo TAR, consistente en una dilución de agua oxigenada que, con un tiempo de actuación suficiente, permite limpiar la red de tuberías.

3.1.3. Ahorros posibles.

El empleo de grifos con cierre temporizado en lugares con elevado número de usuarios (servicios, fuentes, etc.), evita que se queden grifos abiertos o se realicen acciones de tipo vandálico. Hay que tener en cuenta que un grifo tradicional abierto durante 10 minutos puede perder alrededor de 100 litros de agua. Además, mientras que un grifo tradicional alcanza fácilmente los 10 litros/minuto, los grifos con aireador aportan una media de 6 litros por minuto sin disminuir la calidad de servicio, es decir pueden suponer una reducción de hasta el 40% del consumo. Por otra parte, la instalación de mecanismos de descarga con doble pulsador permite escoger el volumen de descarga de la cisterna en función del uso realizado, llegando a ahorrar hasta un 60% de agua en un uso medio.

Hay ejemplo de colegios que han conseguido reducir de una manera notable su consumo de agua. Partiendo de una instalación que ya disponía de sistemas ahorradores,

algunos centros han conseguido disminuir en un 51% su consumo de agua mediante la intensificación y planificación de las operaciones de mantenimiento. Existen experiencias de centros que han pasado de consumir una media de 22,6 litros de agua por alumno y día a 11 litros en el plazo de 1 o 2 años. El consumo actual representa sólo un 49% del que se alcanzaba con anterioridad a las actuaciones (FUNDACION ECOLOGIA Y DESARROLLO, 2001a, 2002a y 2002b).

Hay que tener en cuenta que el ahorro de agua efectivo de este sistema depende del correcto uso del mecanismo, por lo que se deben colocar adhesivos identificativos en cada cisterna que recuerdan su funcionamiento. Asimismo, el personal de mantenimiento del centro juega un importante papel en la reducción del consumo de agua, dado que un control efectivo de la instalación de fontanería permite la detección precoz de fugas y el subsanamiento de éstas antes de que puedan representar un problema.

3.1.4. Mantenimiento y conservación de las medidas establecidas

La no dependencia directa de la asistencia externa de los diferentes gremios (salvo en ocasiones puntuales) facilita el desarrollo de un plan de revisiones y actuaciones preventivas. Dada las pequeñas dimensiones del Colegio Baltasar Alcázar, este no es la situación de nuestro caso de estudio. El mantenimiento preventivo incluye, entre otras acciones, el desmontaje y limpieza periódica de los fluxores y sistemas temporizados de los grifos, elementos altamente sensibles a las altas concentraciones de sales en el agua existentes en algunas ciudades, lo que no es en general el caso del abastecimiento de Sevilla. De esta forma, se alarga notablemente la vida de estos elementos y se mantienen las instalaciones en el mejor estado posible, disminuyéndose en gran medida la incidencia de averías.

3.1.5. Costes y dificultades

La inversión inicial necesaria constituye uno de los principales inconvenientes para este tipo de actuaciones, por lo que en ocasiones hay que recurrir a una sustitución progresiva de los sistemas de fontanería. A pesar de no existir problemas de vandalismo en el centro del presente caso de estudio, a la hora de la elección de productos se debe tener en cuenta aspectos de durabilidad y resistencia, que encarecen el producto, pero aseguran su conservación.

3.2. Bares y cafeterías.

3.2.1 Objetivos.

El consumo de agua de un local de estas características es muy importante, pero también existen grandes posibilidades de mejora. Algunos establecimientos han realizado una actuación integral de uso eficiente del agua, contemplando todos los usos en los que se produce un consumo: lavado de utensilios, cafetera, limpieza y servicios.

3.2.2. Actuaciones posibles.

Uno de los consumos de agua más significativos que se generan en establecimientos de este tipo proviene de la propia máquina de café. Además del gasto de agua propio de la elaboración del café y del vapor necesario para calentar líquidos, las cafeteras tradicionales generan un consumo de agua muy importante destinado a calentar la parte superior del cazo en el que se coloca el café molido. Generalmente esta acción representa dos tercios del consumo total de la máquina, por lo que se podría decir que para preparar una taza de café es preciso consumir el volumen de agua equivalente a tres tazas. Las cafeteras instaladas en algunos establecimientos disponen de un sistema de recirculación de agua denominado de erogación continua. De esta forma, la cafetera dispone de dos circuitos independientes: uno abierto, destinado a la preparación del café, y un segundo circuito cerrado que mediante un serpentín calienta el cazo, ahorrando unos 100 ml. de agua por café servido.

Asimismo, en este tipo de establecimientos se pueden aplicar otras técnicas de ahorro de agua, tales como la priorización del lavado con máquina frente al manual. El empleo de un lavavajillas supone un ahorro medio del 80% de agua frente al lavado manual, por lo que en cada uso se está ahorrando un mínimo de 10 litros. Otra posible actuación sería la instalación de una máquina de producción de hielo refrigerada por aire. Esta última actuación sería bastante significativa, ya que estas máquinas emplean agua para refrigeración en circuito abierto, con el consiguiente consumo continuo de agua.

Por otra parte, el consumo de agua en los servicios constituye uno de los principales gastos de un establecimiento público de estas características, por lo que la instalación de sistemas de uso eficiente de agua revierte en el consiguiente ahorro económico de una manera muy clara. Destaca el sistema de descarga de los urinarios, accionado mediante célula fotoeléctrica, que garantiza que la descarga se realiza solamente cuando se precisa, manteniendo a la vez las máximas condiciones higiénicas. Por otra parte, conviene que los grifos de los lavabos sean accionados mediante temporizador, de forma que se evita el consumo innecesario de agua en caso de que algún cliente deje el grifo abierto.

Asimismo, se debe asegurar que los inodoros cuenten con sistemas de ahorro de agua basados en la interrupción de la descarga. La resistencia al mal uso de estos equipos queda asegurada gracias a que la cisterna se encuentra empotrada en la pared, fuera del alcance de los usuarios. Las actuaciones de racionalización ambiental se complementan con prácticas relacionadas con la eficiencia energética (luminarias eficientes, sistemas de detección de presencia, etc.) y el tratamiento de residuos (recogida de aceites usados, separación de diferentes fracciones, etc.).

3.2.3. Dificultades y problemas

Cabe destacar las reticencias que a menudo se plantean para afrontar la adquisición de equipos ahorradores. Aunque es cierto que este tipo de intervención supone un cierto coste de inversión, no se suele hacer una adecuada valoración del ahorro económico que

se consigue, al considerarse el consumo de agua como un gasto fijo y no como un factor que puede reducirse.

3.3. Peluquerías

3.3.1. Objetivos

Uno de los principales consumos de agua y energía que se produce en peluquerías y salones de belleza es en el lavado y aclarado del cabello por medio de los grifos rociadores de ducha de los lavacabezas. Es en este microcomponente de los usos de agua donde conviene centrar la atención en el caso de estos establecimientos.

3.3.2. Actuaciones posibles y resultados esperados.

El ahorro de energía en agua caliente en las peluquerías podría reducirse mediante la colocación de una válvula mezcladora a la salida del termo eléctrico (la mayoría de las peluquerías disponen de ellos para la producción de agua caliente). El principio de esta solución se basa en realizar extracciones controladas de agua caliente del termo eléctrico, donde el agua se encuentra a unos 60ºC de temperatura, y mezclarla con agua fría del suministro general del local dentro de la válvula, justo a la salida del depósito. Un selector exterior permitirá ajustar la temperatura de salida del agua de la válvula mezcladora.

En cuanto a buenos hábitos, en el este tipo de establecimientos destaca cerrar el grifo durante la aplicación de champús y otros productos y la utilización de la cantidad adecuada de agua para su correcto aclarado, sin utilizar más de la necesaria. En otro orden de cosas, son importantes cosas tan sencillas como la instalación de rejillas antipelo en el desagüe, lo que contribuirá a reducir atascos y a reducir la carga contaminación del agua.

3.3.3. Dificultades y problemas

Al igual que en establecimientos de restauración existen ciertas resistencias a plantearse la adquisición de equipos ahorradores debido al coste de inversión y a las reformas en el local que estos dispositivos necesitan.

Es de destacar que en el caso de EMASASE, la estructura tarifaria de los usos no domésticos no es progresiva, solo discrimina los usos diurnos y nocturnos. Esto hace que en estos casos no nos encontremos con la ayuda de esta progresividad para facilitar los procesos de amortización de las inversiones. NO es este al caso de otras empresas de abastecimiento y saneamiento (por ejemplo Aguas del Huesna) en las que sí se aplica, también en usos no domésticos, criterios de progresividad en la tarifación.

4. DOCUMENTACIÓN Y FUENTES:

EMPRESA METROPOLITANA DE ABASTECIMIENTO Y SANEAMIENTO DE AGUAS DE SEVILLA (EMASESA) (2013): *Expediente de solicitud de revisión de tarifas de abastecimiento de agua potable para el año 2014,* Sevilla.
http://www.emasesa.com/

CONSORCIO DE AGUAS DEL HUESNA (2014): Resolución de 28 de abril de 2014, de la Dirección General de Relaciones Financieras con las corporaciones Locales, por la que se autorizan las tarifas de abastecimiento de agua potable del consorcio de Aguas del Huesna (PP. 1320/2014).
http://www.aguasdelhuesna.com/opencms/export/sites/default/Aguas/modulos/DescargasDocumentos/TARIFAS_2014/BOJA14.pdf

ESTEVAN, Antonio y VIÑUALES, Víctor (comps.) (2000): *La eficiencia del agua en las ciudades,* Bilbao, Bakeaz, 2000.

FUNDACIÓN ECOLOGIA Y DESARROLLO (2000): *Guía práctica de xerojardinería,* Bilbao, Bakeaz, 2000.

FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (2001a): *La ecoauditoría del agua en la oficina,* Zaragoza, Fundación Ecología y Desarrollo.

FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (2001b): *Uso eficiente del agua en el hogar*, Zaragoza, Fundación Ecología y Desarrollo.

FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (2001c): *La Ecoauditoria del agua en el centro educativo. Guía práctica,* Zaragoza, Fundación Ecología y Desarrollo.

FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (2002a): *Guía práctica de auditoría en la Asociación Cultura del Colegio Alemán*, Zaragoza, Fundación Ecología t Desarrollo

FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (2002b): Guía práctica de Auditoría en el Colegio Salesiano Nuestra Señora del Pilar, Zaragoza, Fundación Ecología y Desarrollo

FUNDACIÓN ECOLOGIA Y DESARROLLO (2002): *Guía práctica de tecnologías ahorradoras de agua para viviendas y servicios públicos*, Bilbao, Bakeaz.

FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (s/f): Guía práctica de Auditoría en el Café Astoria, Zaragoza, Fundación Ecología y Desarrollo.

FUNDACIÓN ECOLOGÍA Y DESARROLLO (2002): Guía práctica de Auditoría en Peluquería Inúñez, Zaragoza, Fundación Ecología y Desarrollo.

OpenClima Online. Climatización y agua caliente sanitaria. http://blog.openclima.com/agua-caliente-para-peluquerias-termos-electricos/

Reglamento del Suministro Domiciliario de Agua en Andalucía. Decreto 120/1991, de la Consejería de Presidencia de la Junta de Andalucía**.**

1.1 SITUACIONES DE PARTIDA: CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES

En noviembre de 2014, el equipo de investigación del proyecto Aqua Riba realizó una vista de reconocimiento de las instalaciones de uso del agua en el Colegio Baltasar Alcázar. Como resultado de dicho estudio, se comprobó que la situación general era aceptable, pero que existían puntos de excesivo consumo que podían ser corregidos. Actualmente cuenta con dos edificios, cuyas labores de mantenimiento se encuentran a cargo del servicio de Mantenimiento de Edificios Municipales del Ayuntamiento de Sevilla. El centro dispone de diversos sistemas de ahorro de agua (grifos temporizados, fluxores, etc.) por lo que la instalación de fontanería se podría considerar bastante eficiente.

En cualquier caso, de las experiencias disponibles para este tipo de establecimientos se desprende que es posible reducir de una manera notable el consumo de agua, por medio de una labor conjunta de sensibilización de los usuarios y mejoras aún posibles en el sistema de fontanería.

Es importante que la dirección del centro plantee una renovación general de los elementos consumidores de agua en los que se podría mejorar la eficiencia y que todavía quedan por renovar, como serían algunos grifos que no cuentan con sistema de temporización, o los sistemas de descarga de los WC, en los que cabría incorporar doble pulsador. Para la sustitución se deben seguir los criterios de máxima eficiencia en el consumo de agua manteniendo un gasto moderado en materiales.

En relación a las características de los espacios libres del centro, encontramos dos situaciones diferenciadas. En el caso del centro de primaria, este espacio lo ocupan principalmente dos pistas deportivas de cemento pulido en las que se produce una insolación importante, existiendo tan sólo una zona arbolada y con sombra en uno de los laterales del centro. En el caso del centro de educación infantil, las zonas de recreo se encuentra en la parte delantera del edificio, con suelo de albero y prácticamente carentes de arbolado. En ambos casos, el perímetro de los recintos linda con las vías del AVE, situándose además junto al de primaria un centro de transformación de electricidad.

Resulta así mismo interesante señalar que la recogida de pluviales se realiza separativamente por bajantes situados en el perímetro del edificio, pero que desaguan en la red mixta de alcantarillado.

1.2. OBJETIVOS

El objetivo básico que el equipo de investigación le plantea al centro es el **mantenimiento adecuado de las instalaciones, asegurando su correcto funcionamiento y la contención en el gasto de agua**. La campaña debe estar reforzada por labores de sensibilización a través de los canales de comunicación interna con los alumnos. De esta manera se conseguirá una actuación integral desde el punto de vista educativo.

Esta acción de concienciación se debe completar con una actuación sobre las instalaciones de fontanería del centro, de forma que los alumnos pueden observar la aplicación directa de las recomendaciones recibidas. Conviene centrar las labores de fontanería en la **instalación y/o sustitución de grifos temporizados con sistemas de reducción de caudal, y en la colocación en los inodoros de mecanismos de descarga con doble pulsador.**

Asimismo, se plantea a una experiencia de demostración de las potencialidades de **limpieza y desincrustamiento de la red de tuberías del centro** severamente afectadas por procesos avanzados de obturación. Para ello se empleara la técnica desarrollado por el Grupo TAR, consistente en una dilución de agua oxigenada que, con un tiempo de actuación suficiente, permite limpiar la red de tuberías.

Se plantean además propuestas de actuación **vinculadas a los espacios libres** del centro, que persiguen incrementar la calidad ambiental de los mismos gracias. Para ello se proponen **mejoras de las condiciones del drenaje** y la incorporación de **nuevo arbolado**, que incremente tanto la protección de radiaciones solares, como otro tipo de afecciones vinculadas a la cercanía de infraestructuras como el AVE. También se considera la posibilidad de incorporar **huertos escolares**, siempre conscientes de los acuerdos e implicaciones que para la comunidad escolar supondrían.

1.3. MEDIDAS PARA EL AHORRO DE AGUA

El empleo de grifos con cierre temporizado en lugares con elevado número de usuarios (servicios, fuentes, etc.), evita que se queden grifos abiertos o se realicen acciones de tipo vandálico. Hay que tener en cuenta que un grifo tradicional abierto durante 10 minutos puede perder alrededor de 100 litros de agua. Además, mientras que un grifo tradicional alcanza fácilmente los 10 litros/minuto, los grifos con aireador aportan una media de 6 litros por minuto sin disminuir la calidad de servicio, es decir pueden suponer una reducción de hasta el 40% del consumo. Por otra parte, la instalación de mecanismos de descarga con doble pulsador permite escoger el volumen de descarga de la cisterna en función del uso realizado, llegando a ahorrar hasta un 60% de agua en un uso medio.

Hay ejemplos de colegios que han conseguido reducir de una manera notable su consumo de agua. Partiendo de una instalación que ya disponía de sistemas ahorradores, **algunos centros han conseguido disminuir en un 51% su consumo de agua mediante la intensificación y planificación de las operaciones de mantenimiento.** Existen experiencias de centros que han pasado de consumir una media de 22,6 litros de agua por alumno y día a 11 litros en el plazo de 1 o 2 años. El consumo actual representa sólo un 49% del que se alcanzaba con anterioridad a las actuaciones (FUNDACION ECOLOGIA Y DESARROLLO, 2001a, 2002a y 2002b).

Hay que tener en cuenta que el ahorro de agua efectivo de este sistema depende del correcto uso del mecanismo, por lo que se deben colocar adhesivos identificativos en cada cisterna que recuerdan su funcionamiento. Asimismo, el personal de mantenimiento del centro juega un importante papel en la reducción del consumo de agua, dado que un control efectivo de la instalación de fontanería permite la detección precoz de fugas y el subsanamiento de éstas antes de que puedan representar un problema.

Mantenimiento y conservación de las medidas establecidas.

El mantenimiento preventivo incluye, entre otras acciones, el desmontaje y limpieza periódica de los fluxores y sistemas temporizados de los grifos, elementos altamente sensibles a las altas concentraciones de sales en el agua existentes en algunas ciudades, lo que no es en general el caso del abastecimiento de Sevilla. De esta forma, se alarga notablemente la vida de estos elementos y se mantienen las instalaciones en el mejor estado posible, disminuyéndose en gran medida la incidencia de averías.

Costes y dificultades

La inversión inicial necesaria constituye uno de los principales inconvenientes para este tipo de actuaciones, por lo que en ocasiones hay que recurrir a una sustitución progresiva de los sistemas de fontanería.

A pesar de no existir problemas de vandalismo en el centro del presente caso de estudio, a la hora de la elección de productos se debe tener en cuenta aspectos de durabilidad y resistencia, que encarecen el producto, pero aseguran su conservación.

Los costes de los sistemas propuestos serían:

- Grifos temporizados 47 €/udad
- Doble pulsador WC 50,5 €/udad.

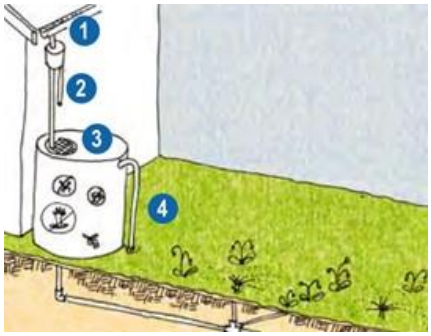
1.4. MEDIDAS PARA LA MEJORA AMBIENTAL DE ESPACIOS LIBRES.

SISTEMAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), son elementos que tienen como objetivo principal disminuir los impactos que la urbanización produce sobre la cantidad y calidad del agua de lluvia en las ciudades, disminuyendo con ello los riesgos de inundación y mejorando la capacidad de recarga de los acuíferos, además de producir beneficios en términos paisajísticos y ambientales.

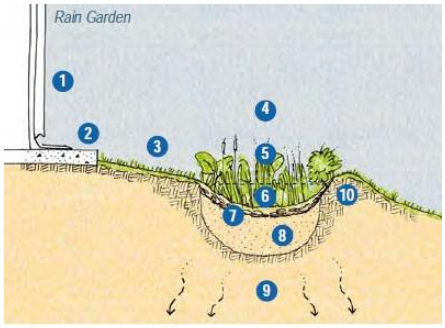
En el centro educativo de Las Huertas cabría implementar sistemas que recogieran las aguas pluviales de las cubiertas, con dos posibles destinos:

- Jardines de infiltración: elementos vegetados que, situados a una distancia suficiente de los edificios, permitan filtrar las aguas de lluvia y destinarlas a la recarga del acuífero.
- Sistemas de captación de pluviales: depósitos de almacenamiento del agua de lluvia que permiten destinar esta agua a usos menos exigentes como el riego de jardines.



1. Filtro en bajante
2. Separador de primeras aguas
3. Rejilla anti-insectos
4. Aliviadero

Fuente: San Francisco Storm Water Design Guidelines (SFPUC, 2010) a través de Perales, S. 2014.



1. Bajante de superficie impermeable
2. Bloque disipador de energía
3. Distancia mínima a edificio (más de 3m)
4. Ancho mínimo (más de 2m)
5. Vegetación muy resistente a la sequía y la inundación
6. Profundidad entre 15 y 30 cm
7. Acolchado (*mulching*)
8. Relleno con suelo autóctono
9. Infiltración al subsuelo
10. Berma

INCREMENTO DE LA VEGETACIÓN



Se propone una actuación de reforestación y revegetación con especies autóctonas capturadoras de CO_2 y con pocos requisitos de mantenimiento. Las pantallas vegetales protegerán así mismo de las radiaciones de las líneas eléctricas de ferrocarril cercanas, actuando como pantalla para minimizar ondas en circulación (sonoras o radiaciones electromagnéticas).

Para la captura de CO_2 se elige la plantación de Pino Carrasco a lo largo de la valla que separa el colegio de las vías del tren. Esta pantalla vegetal también actuará captando radiaciones sonoras y electromagnéticas. En las zonas interiores de los patios donde se ha detectado carencia de vegetación, se propone la plantación de Limoneros.

HUERTOS ESCOLARES

La realización y cuidado de un huerto escolar es una actividad interdisciplinar a través de la cual se pueden lograr numerosos objetivos curriculares y de educación medioambiental . El contacto directo con los seres vivos y su cuidado es una experiencia que fomenta la práctica del método científico en el aprendizaje y permite desarrollar las actitudes de respeto, aprecio y valoración de la naturaleza.



Aunque en casi todos los terrenos es posible generar mejoras que los hagan aptos para el cultivo de hortalizas, verduras y legumbres, en este caso podrían aplicarse las enmiendas específicas para hacer del espacio libre del colegio un lugar fértil y equilibrado.

Huertos escolares CEIP Huerta de Santa Marina (Sevilla)
Fuente: huertadesantamarina.bolgspot.com.

Costes y dificultades

El conjunto de medidas propuestas tendrían que ser estudiadas junto con la comunidad educativa para valorar la idoneidad de las mismas, su adaptación a las necesidades específicas del centro, así como la disponibilidad tanto de recursos humanos como materiales que pudieran existir para llevarlas a cabo y lograr un exitoso mantenimiento de su funcionamiento.

No obstante, se proporcionan costes aproximados que puedan ayudar a la valoración de estas medias:

- Sistemas de Drenaje Sostenible:
  - Jardines de infiltración 30 + 22,5 m^2 2811 €
  - Sistemas de captación: 120 €/ m^3

Los costes del sistema de captación dependen del volumen de agua que queramos almacenar. A estos costes hay que añadir la modificación de las instalaciones, que dependiendo de cada opción, tiene unos costes específicos.

- Incremento de la vegetación:
  - Pantalla vegetal de 260 m^2 y 20 árboles de limonero 775 €
- Huertos Escolares
  - Mejora de suelo de en una superficie de 265 m^2 350 €
  - Herramientas de horticultura 150 €

PROPUESTA: SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DE AGUAS PLUVIALES

1. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

OBJETIVO.- Se persigue la **optimización de los recursos hídricos presentes en Las Huertas teniendo en cuenta la "adecuación de calidades" a los distintos requerimientos** (*Fit for Purpose*) para reducir la demanda sobre la red urbana de abastecimiento y reducir los vertidos a la de saneamiento. Para ello, se plantea **el aprovechamiento específico de las aguas pluviales**, de muy buena calidad y mínimas necesidades de tratamiento.

POSIBILIDADES DE IMPLANTACIÓN.- Su **viabilidad dependerá** de la capacidad de coordinar a los distintos agentes sociales pues son **propuestas que conllevan una gestión más compleja al realizarse a nivel de Bloque o Núcleo,** como poner de acuerdo a un determinado conjunto de vecinos.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.-

Esta tecnología **consiste en captar y utilizar directamente**, con tratamiento previo mínimo, aguas de lluvia recogidas en el edificio en usos que la normativa permita (en nuestro caso, **riego y limpieza de superficies**).

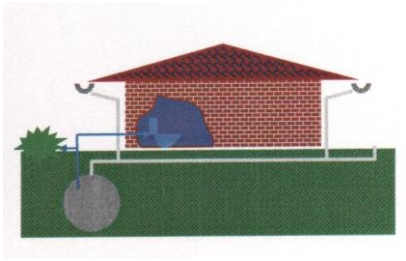


Fig. 1. Sistema de aprovechamiento de aguas pluviales en edificios (*Fuente: López Patiño, 2008*)

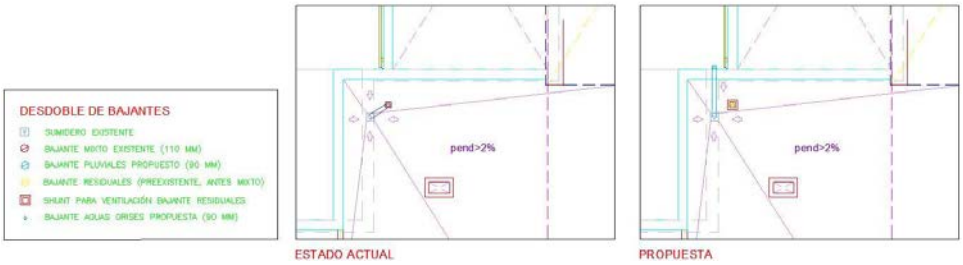
Actualmente, en los bloques de Las Huertas, **la red de saneamiento es mixta**. Aunque hay una parte importante de bajantes exclusivos de aguas blancas, **existen una serie bajantes mixtos** en los que se mezclan residuales con una parte de pluviales de las azoteas que no se podrán aprovechar si no se actúa sobre aquellos. Además, al final, en la red enterrada todas las aguas terminan mezclándose antes del vertido a la red urbana de saneamiento.

En la propuesta se plantea la **captación** de las aguas pluviales en las cubiertas de los edificios (no contabilizarían las zonas cubiertas por los remates metálicos) y/o en los patios realizándose el **filtrado** mediante los sumideros que hay en ellos. Posteriormente, las aguas serían reconducidas o **transportadas por gravedad** mediante bajantes específicos de pluviales a un **depósito de almacenamiento** situado en el cuarto de instalaciones del edificio situado en su zona inferior, desde el cual partirían nuevas **canalizaciones hacia los nuevos puntos de consumo** (bocas de riego en los jardines privados o cuartos de limpieza).

Para poder aprovechar las pluviales **es necesaria una modificación de la red y se plantean 4 opciones entre las que habrá que decidir en función de las necesidades que haya que cubrir**:

1. **Sin desdoblamiento de bajantes mixtos**: En los tres casos siguientes se plantea una red colgada en Planta Baja que recoja las aguas de patios y/o cubiertas. Habría que eliminar los tramos finales de los bajantes y cegar algunas arquetas, derivando directamente el agua de la red colgada al depósito colocado en superficie.
   1.1. Aprovechamiento de AP sólo procedentes de patios.
   1.2. Aprovechamiento de AP sólo procedentes de cubiertas/azoteas.
   1.3. Aprovechamiento de AP procedentes de patios y cubiertas/azoteas.

2. **Con desdoblamiento de bajantes mixtos**: En este caso, además, se sumarían nuevos bajantes que recogerían las aguas pluviales que actualmente recogen los bajantes mixtos a la solución anterior, que bajarían desde cubierta por las fachadas de los patios.



2.1. Aprovechamiento de AP procedentes de patios, cubiertas/azoteas y bajantes mixtos.



Fig. 2. Sistema de aprovechamiento de aguas pluviales en edificio de PB+10 en Las Huertas (*Fuente: Elaboración Propia, 2015*)

REQUERIMIENTOS DE LA PROPUESTA.- La presente propuesta es la más complicada de implantar y tiene repercusiones más importantes en todos los ámbitos.

REQUERIMIENTOS ESPACIALES Y CONSTRUCTIVOS. En general, estas tecnologías aplicadas a edificios existentes -es decir, casos de "rehabilitación"- suele llevar aparejada la modificación del trazado de las redes hidráulicas del edificio y, también en ocasiones, una modificación de los espacios comunes.

VOLUMEN DEL DEPÓSITO- Al ser el elemento principal y más caro del sistema, para su cálculo, se ha realizado un estudio específico teniendo en cuenta las 4 opciones anteriores. La captación total anual se distribuye de manera irregular a lo largo del año de la siguiente manera:

CAPTACIÓN PLUVIALES	Superficie	sept	oct	nov	dic	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	TOTAL
Captación Patios	1.908,00	25,80	79,99	97,60	98,60	80,86	84,46	82,35	61,02	39,56	15,25	2,32	4,22	**672,03**
Captación Separativo Actual-Cubiertas (38%)	3.069,52	41,50	128,69	157,02	158,62	130,09	135,87	132,48	98,16	63,65	24,54	3,73	6,78	**1.081,13**
Captación Patios y Cubiertas	4.977,52	67,30	208,68	254,63	257,21	210,95	220,33	214,83	159,18	103,21	39,80	6,05	11,00	**1.753,16**
Captación Total Sup. (propuesta)	7.972,40	107,79	334,24	407,83	411,97	337,87	352,90	344,09	254,96	165,31	63,74	9,69	17,62	**2.808,00**

Se calcularán los volúmenes de los depósitos a partir **de datos mensuales donde se recoge la variabilidad de la pluviometría y la evotranspiración a lo largo del año** resumiéndose la demanda de agua que habría los meses más calurosos del año para cada una de las opciones que sería lo que se acumularía.

En el primer caso no se considera el aporte actual de agua de los pozos (caso que permitiría la extrapolación a otras barriadas donde no hubiese dicha posibilidad). En las tres primeras opciones, no sería posible cubrir con la oferta la demanda total con lo cual habría que buscar otra fuente de agua. Si se hacen pozos, ya tendría sentido cubrir toda la demanda con ellos y no realizar la inversión del sistema de pluviales. Sólo en el caso del desdoblamiento de los bajantes mixtos se podría cubrir la demanda pero con unos depósitos enormes.

NECESIDAD ALMACENAMIENTO	Superficies	sept	oct	nov	dic	ene	feb	ma	abr	may	jun	jul	ago	TOTAL	V.OFERTA INVIERNO (m3/año)	V.DEMANDA VERANO (m3/año)
Demanda TOTAL* - Captación Patios	1.908,00	202,95	-62,28	-97,60	-98,60	-80,86	-84,46	-76,64	-5,55	146,42	341,40	510,11	461,72	1.156,61	-505,99	1.662,60
Demanda TOTAL* - Captación Actual	3.069,52	187,24	-110,98	-157,02	-158,62	-130,09	-135,87	-126,77	-42,70	122,33	332,12	508,70	459,15	747,51	-862,04	1.609,55
Demanda TOTAL - Sep+Patios	4.977,00	161,45	-190,97	-254,63	-257,21	-210,95	-220,33	-209,12	-103,71	82,77	316,86	506,38	454,94	75,48	-1.446,92	1.522,40
Demanda TOTAL* - Captación Todo	7.972,40	120,96	-316,53	-407,83	-411,97	-337,87	-352,90	-338,38	-199,49	20,67	292,92	502,74	448,32	-979,36	-2.364,97	1.385,61

En el **caso de que se consideren los aportes que actualmente se están realizando a través de pozos**, que es el más real en el presente caso de estudio, siempre es posible cubrir la demanda con el agua acumulada en el invierno con los correspondientes depósitos.

NECESIDAD ALMACENAMIENTO	Superficies	sept	oct	nov	dic	ene	feb	ma	abr	may	jun	jul	ago	TOTAL	V.OFERTA INVIERNO (m3/año)	V.DEMANDA VERANO (m3/año)
Demanda RED - Captación Patios	1.908,00	20,46	-79,99	-97,60	-98,60	-80,86	-84,46	-82,35	-61,02	-13,00	71,71	134,27	118,73	-252,70	-597,88	345,17
Demanda RED - Captación Actual	3.069,52	4,76	-128,69	-157,02	-158,62	-130,09	-135,87	-132,48	-98,16	-37,08	62,42	132,86	116,16	-661,81	-978,01	316,20
Demanda RED - Sep+Patios	4.977,00	-21,04	-208,68	-254,63	-257,21	-210,95	-220,33	-214,83	-159,18	-76,64	47,17	130,54	111,94	-1.333,84	-1.623,49	289,65
Demanda RED - Captación Todo	7.979,40	-61,53	-334,24	-407,83	-411,97	-337,87	-352,90	-344,09	-254,96	-138,74	23,22	126,90	105,33	-2.388,68	-2.644,13	255,45

Los valores de la última columna serían los volúmenes totales necesarios en el barrio según la opción elegida. A partir de dichos volúmenes totales de la barriada, se presentan los volúmenes necesarios en bloques y núcleos según su tamaño:

VOLUMENES ALMACENAMIENTO (DEMANDA VERANO)	BAJANTES PLUV. SÓLO PATIOS (m3) OPCIÓN 1.1.	BAJANTES PLUV. SÓLO CUBIERTAS (m3) OPCIÓN 1.2.	BAJANTES PLUVIALES PATIOS Y CUBIERTAS (m3) OPCIÓN 1.3.	TOTAL (CON DESDOBLAM. BAJ. MIXTOS) (m3) OPCIÓN 2.1.
BLOQUE PB+10	19,80	18,14	16,62	14,65
BLOQUE PB+7 (EXTREMO)	18,48	16,93	15,50	13,67
BLOQUE PB+7 (CENTRAL)	19,48	17,84	16,35	14,42
NÚCLEO DE 5	96,03	87,97	80,59	71,07
NÚCLEO DE 4	76,55	70,13	64,24	56,65
CONJUNTO RESIDENCIAL	**345,17**	**316,20**	**289,65**	**255,45**

ECOPLUVIA

Modelo	Ø Diámetro (mm)	Longitud (mm)	Volumen (lts)
ECOPLUVIA 6	2000	2350	5000
ECOPLUVIA 10	2000	3504	10000
ECOPLUVIA 15	2500	3440	15000
ECOPLUVIA 20	2500	4465	20000
ECOPLUVIA 25	2500	5537	25000

Según las opciones de los depósitos EcoPluvia –pertenecientes a la casa comercial tomada como referencia, que se presentan a continuación los bloques, en los 3 primeros casos donde no se produce desdoblamiento de bajantes, necesitan un depósito de 20 m^3 (4,465 m de longitud y 2,5 m de diámetro) mientras que en el último caso, podría reducirse el volumen a 15 m^3 (3,504 m de longitud y 2,5 m de diámetro). También es posible colocar depósitos de PRCV existentes en el mercado que son más baratos (100€/m^3) que abarataría dicha partida. Tanto en un caso como en otro, es necesaria, en principio, la ampliación del cuarto de instalaciones para la ubicación de los depósitos. Además, en todos los casos se propone una red colgada en el techo de planta baja y, en la última opción como ya se ha dicho, el desdoblamiento de bajantes mixtos.



Fig. 3. Plano de la ampliación del cuarto de instalaciones para incorporación de depósitos en los bloques. *(Fuente:*

NOTA: A continuación se comparan los volúmenes de los depósitos calculados por los distintos métodos (por oferta y por demanda). En caso de hacerlo por oferta, si el periodo de reserva es mensual, los volúmenes son bastante menores que en los cálculos por demanda y, además, no se ajustaría a la realidad de la climatología del barrio.

COMPARACIÓN VOLÚMENES DEPÓSITOS TOTALES DE CAPTACIÓN POR OFERTA Y POR DEMANDA				
	BAJANTES PLUV. SÓLO PATIOS	BAJANTES PLUV. SÓLO CUBIERTAS	BAJANTES PLUVIALES PATIOS Y CUBIERTAS	TOTAL (CON DESDOBL. BAJ. MIXTOS)
	(m3)	(m3)	(m3)	(m3)
	OPCIÓN 1.1.	OPCIÓN 1.2.	OPCIÓN 1.3.	OPCIÓN 2.1.
VOLUMEN CAPTACIÓN ANUAL (CÁLCULO POR OFERTA)	672,32	1.081,13	1.753,46	2.808,00
VOLÚMEN DEPÓSITOS CON PERIODO DE RESERVA MENSUAL (CÁLCULO POR OFERTA)	56,03	90,09	146,12	234,00
VOLUMEN DEPÓSITOS NECESARIOS (CÁLCULO POR DEMANDA)	345,17	316,20	289,65	255,45

Por otro lado, se recuerdan las necesidades concretas en usos donde se requieren pluviales, datos que han sido incorporados a los cálculos anteriores:

NECESIDADES DE AGUA PLUVIALES ANUALES		
USO	CONCEPTO	m3/año
Riego de Jardines	Demanda TOTAL (goteo, rendimiento 90%)	1.828,64
	Demanda RED (Jardines Bq)	419,32
Riego de Huertos	Demanda (goteo, rendimiento 95%)	10.053,60
Limpieza de Superficies		21,00

DESDOBLAMIENTO DE LOS BAJANTES MIXTOS: Sólo en la última opción (2.1.) será necesario y se hará por el exterior (fachadas de patios) por su menor impacto en los núcleos húmedos.

RED HORIZONTAL: Será necesario hacer una reforma de ésta para separar del todo la recogida de pluviales que interese independizar de la de residuales, recogiendo las primeras en una red colgada que cuyo vertido se lleva a cabo directamente en el depósito final para evitar bombeos innecesarios.

REQUERIMIENTOS ECONÓMICOS

- COSTES DE INVERSIÓN INICIAL: A continuación se presenta un resumen de los costes de la intervención:

CUADRO DE COSTES INSTALACIÓN AGUAS PLUVIALES (OPCIÓN 1.1. SÓLO PATIOS)

OPERACIÓN	UD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECIO UNIDAD	PB+10	PB+7
MODIFICACIÓN RED HORIZONTAL					4.730,20	4.475,20
ELIMINACIÓN/SELLADO ARQUETAS A PIE DE BAJANTE	ud	3	21,07	63,21		
ELIMINACIÓN TRAMO BAJANTES	m	7,8	15,00	117,00		
NUEVOS COLECTORES PVC 160	m	26,02	26,50	689,53		
PIEZAS DE CONEXIÓN	ud	7	15,00	105,00		
DEPÓSITO DE RESERVA DE PLUVIALES DE PRCV 20 M3 (PB+10)	ud	1	2000,00	2.000,00		
DEPÓSITO DE RESERVA DE PLUVIALES DE PRCV 18,5 M3 (PB+7)	ud	1	1850,00	1.850,00		
GRUPO DE PRESIÓN	ud	1	1500,00	1.500,00		
TUBERÍAS DISTRIBUCIÓN PLUVIALES PE50A DIÁM.75	m	25	6,54	163,50		
PUNTOS DE RIEGO O CUARTO DE LIMPIEZA	ud	4	22,99	91,96		
AMPLIACIÓN CUARTO DE INSTALACIONES					4.963,61	4.963,61
DEMOLICIÓN MURO	m2	10,6	14,08	149,25		
LEVANTAMIENTO DE NUEVO MURO PERIMETRAL	m2	76,95	29,10	2.239,25		
REVESTIMIENTO NUEVO MURO PERIMETRAL	m2	130	15,17	1.972,10		
SOLERÍA DE TERRAZO	m2	25,23	20,46	516,21		
LUMINARIA FLUORESCENTE 1 TUBO 40 W	ud	1	86,81	86,81		
TOTAL					9.693,81	9.438,81

CUADRO DE COSTES INSTALACIÓN AGUAS PLUVIALES (OPCIÓN 1.2. SÓLO CUBIERTAS)

OPERACIÓN	UD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECIO UNIDAD	PB+10	PB+7
MODIFICACIÓN RED HORIZONTAL					6.990,66	6.840,66
ELIMINACIÓN/SELLADO ARQUETAS A PIE DE BAJANTE	ud	10	21,07	210,70		
ELIMINACIÓN TRAMO BAJANTES	m	33,75	15,00	506,25		
NUEVOS COLECTORES PVC 160	m	90,5	26,50	2.398,25		
PIEZAS DE CONEXIÓN	ud	18	15,00	270,00		
DEPÓSITO DE RESERVA DE PLUVIALES DE PRCV 18,5 M3 (PB+10)	ud	1	1850,00	1.850,00		
DEPÓSITO DE RESERVA DE PLUVIALES DE PRCV 17 M3 (PB+7)	ud	1	1700,00	1.700,00		
GRUPO DE PRESIÓN	ud	1	1500,00	1.500,00		
TUBERÍAS DISTRIBUCIÓN PLUVIALES PE50A DIÁM.75	m	25	6,54	163,50		
PUNTOS DE RIEGO O CUARTO DE LIMPIEZA	ud	4	22,99	91,96		
AMPLIACIÓN CUARTO DE INSTALACIONES					4.963,61	4.963,61
DEMOLICIÓN MURO	m2	10,6	14,08	149,25		
LEVANTAMIENTO DE NUEVO MURO PERIMETRAL	m2	76,95	29,10	2.239,25		
REVESTIMIENTO NUEVO MURO PERIMETRAL	m2	130	15,17	1.972,10		
SOLERÍA DE TERRAZO	m2	25,23	20,46	516,21		
LUMINARIA FLUORESCENTE 1 TUBO 40 W	ud	1	86,81	86,81		
TOTAL					11.954,27	11.804,27

CUADRO DE COSTES INSTALACIÓN AGUAS PLUVIALES (OPCIÓN 1.3. PATIOS Y CUBIERTAS)

OPERACIÓN	UD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECIO UNIDAD	PB+10	PB+7
MODIFICACIÓN RED ENTERRADA					7.478,32	7.328,32
ELIMINACIÓN/SELLADO ARQUETAS	ud	13	21,07	273,91		
ELIMINACIÓN TRAMO BAJANTES	m	41,55	15,00	623,25		
NUEVOS COLECTORES PVC 160	m	103,8	26,50	2.750,70		
PIEZAS DE CONEXIÓN	ud	25	15,00	375,00		
DEPÓSITO DE RESERVA DE PLUVIALES DE PRCV 17 M3 (PB+10)	ud	1	1700,00	1.700,00		
DEPÓSITO DE RESERVA DE PLUVIALES DE PRCV 15,50 M3 (PB+7)	ud	1	1550,00	1.550,00		
GRUPO DE PRESIÓN	ud	1	1500,00	1.500,00		
TUBERÍAS DISTRIBUCIÓN PLUVIALES PE50A DIÁM.75	m	25	6,54	163,50		
PUNTOS DE RIEGO O CUARTO DE LIMPIEZA	ud	4	22,99	91,96		
AMPLIACIÓN CUARTO DE INSTALACIONES					4.963,61	4.963,61
DEMOLICIÓN MURO	m2	10,6	14,08	149,25		
LEVANTAMIENTO DE NUEVO MURO PERIMETRAL	m2	76,95	29,10	2.239,25		
REVESTIMIENTO NUEVO MURO PERIMETRAL	m2	130	15,17	1.972,10		
SOLERÍA DE TERRAZO	m2	25,23	20,46	516,21		
LUMINARIA FLUORESCENTE 1 TUBO 40 W	ud	1	86,81	86,81		
TOTAL					12.441,93	12.291,93

CUADRO DE COSTES INSTALACIÓN AGUAS PLUVIALES (OPCIÓN 2.1. CON DESDOBLE BAJANTES)

OPERACIÓN	UD	MEDIDA	PRECIO UNITARIO	PRECIO UNIDAD	PB+10	PB+7
DESDOBLE DE BAJANTES					2.421,60	1.827,60
NUEVOS BAJANTES PLUVIALES (PB+10)	m	36,3	18,00	545,40		
NUEVOS BAJANTES PLUVIALES (PB+7)	ud	22,95	18,00	396,90		
CONEXIÓN SUMIDERO CON NUEVAS BAJANTES	m	1,5	20,00	30,00		
SUSTITUCIÓN CUBIERTA	m2	1,5	20,00	30,00		
MODIFICACIÓN RED ENTERRADA					7.278,32	7.178,32
ELIMINACIÓN/SELLADO ARQUETAS	ud	13	21,07	273,91		
ELIMINACIÓN TRAMO BAJANTES	m	41,55	15,00	623,25		
NUEVOS COLECTORES PVC 160	m	103,8	26,50	2.750,70		
PIEZAS DE CONEXIÓN	ud	25	15,00	375,00		
DEPÓSITO DE RESERVA DE PLUVIALES DE PRCV 15 M3 (PB+10)	ud	1	1500,00	1.500,00		
DEPÓSITO DE RESERVA DE PLUVIALES DE PRCV 14 M3 (PB+7)	ud	1	1400,00	1.400,00		
GRUPO DE PRESIÓN	ud	1	1500,00	1.500,00		
TUBERÍAS DISTRIBUCIÓN PLUVIALES PE50A DIÁM.75	m	25	6,54	163,50		
PUNTOS DE RIEGO O CUARTO DE LIMPIEZA	ud	4	22,99	91,96		
AMPLIACIÓN CUARTO DE INSTALACIONES					4.129,25	4.129,25
DEMOLICIÓN MURO	m2	10,6	14,08	149,25		
LEVANTAMIENTO DE NUEVO MURO PERIMETRAL	m2	63	29,10	1.833,30		
REVESTIMIENTO NUEVO MURO PERIMETRAL	m2	110	15,17	1.668,70		
SOLERÍA DE TERRAZO	m2	19,12	20,46	391,20		
LUMINARIA FLUORESCENTE 1 TUBO 40 W	ud	1	86,81	86,81		
TOTAL					13.829,17	13.135,17

A continuación se pueden comparar los costes de las opciones a nivel de Bloque y lo que supone a cada familia:

PRESUPUESTO DE CONTRATA	COSTE POR BLOQUE				COSTE POR VIVIENDA			
	OPCIÓN 1.1.	OPCIÓN 1.2.	OPCIÓN 1.3.	OPCIÓN 2.1.	OPCIÓN 1.1.	OPCIÓN 1.2.	OPCIÓN 1.3.	OPCIÓN 2.1.
	BAJANTES PLUV. SÓLO PATIOS	BAJANTES PLUV. SÓLO CUBIERTAS	BAJANTES PLUVIALES PATIOS Y CUBIERTAS	TOTAL (CON DESDOBLAM. BAJ. MIXTOS)	BAJANTES PLUV. SÓLO PATIOS	BAJANTES PLUV. SÓLO CUBIERTAS	BAJANTES PLUVIALES PATIOS Y CUBIERTAS	TOTAL (CON DESDOBLAM. BAJ. MIXTOS)
BLOQUE PB+10	11.535,63	14.225,58	14.805,90	16.456,72	288,39	355,64	370,15	411,42
BLOQUE PB+7	11.232,18	14.047,08	14.627,40	15.630,86	401,15	501,68	522,41	558,24
CONJUNTO RESIDENCIAL	204.606,88	254.275,44	264.721,11	287.962,29				

- COSTES DE USO Y MANTENIMIENTO

Gastos energéticos: Fundamentalmete, son los derivados del consumo de las nuevas bombas.

Tratamientos: No son gastos significativos si se dedican a riego y limpieza de superficies.

Manutención por personal especializado: No es necesaria especialización por lo que podrían ser mantenidos por el mismo personal de las empresas que actualmente las llevan sin un aumento de coste significativo.

REQUERIMIENTOS DE ORGANIZACIÓN O GESTIÓN INICIAL

Como desventaja, las opciones realizadas en los jardines estarán condicionadas por la climatología.
En este caso es **necesario consenso previo de los vecinos a nivel de bloque o de núcleo** según el caso, para llevarse a cabo la medida más eficiente y barata.
Por último, comentar que el **coste de la inversión inicial es superior por lo que ayudará establecer programas de financiación**.

3. RESULTADOS ESPERADOS

REDUCCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA.- Teniendo en cuenta las superficies de recogida, las precipitaciones y los coeficientes de escorrentía en la barriada de Las Huertas se presenta a continuación, recogido en la última fila, el volumen de aguas pluviales recogidas anualmente en cada una de las opciones estudiadas y que, por tanto, no serán demandadas a la red urbana de abastecimiento.

SUPERFICIES Y VOLÚMENES RECOGIDOS POR DISTINTOS TIPOS DE BAJANTES (OFERTA ANUAL)					
	BAJANTES PLUV. SÓLO PATIOS	BAJANTES PLUV. SÓLO CUBIERTAS	BAJANTES PLUVIALES PATIOS Y CUBIERTAS	BAJANTES MIXTOS	TOTAL (CON DESDOBLAM. BAJ. MIXTOS)
	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)	(m2)
	OPCIÓN 1.1.	OPCIÓN 1.2.	OPCIÓN 1.3.		OPCIÓN 2.1.
BLOQUE PB+10	113,74	189,09	308,83	148,51	**457,34**
BLOQUE PB+7 (EXTREMO)	92,81	157,50	250,31	176,42	**426,73**
BLOQUE PB+7 (CENTRAL)	104,22	148,40	252,62	197,30	**449,92**
NÚCLEO DE 5	529,32	841,58	1370,90	847,16	**2218,06**
NÚCLEO DE 4	425,10	693,18	1118,28	649,86	**1768,14**
SUPERFICIE TOTAL CONJUNTO RESIDENCIAL (en m2)	**1908,84**	**3069,52**	**4978,36**	2994,04	**7972,40**
(%)	23,94	38,50	62,44	37,56	100
COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA (adim)	0,65	0,65	1,30	0,65	0,65
PRECIPITACIÓN ANUAL (mm/año)	541,87	541,87	1083,74	541,87	541,87
VOLUMEN CAPTACIÓN ANUAL CONJUNTO RESIDENCIAL (en m3	**672,32**	**1.081,13**	**1753,46**	1.054,55	**2.808,00**

REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA.- Se considerarían los gastos vinculados al agua no consumida que se producen a nivel de la red urbana que son en abastecimiento 0,193 kWh/m^3 y en saneamiento 0,3772 kWh/m^3.
AHORRO ECONÓMICO ASOCIADO.- Se podrían considerar los ahorros económicos asociados al ahorro de agua.

AQUA-RIBA

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

CASO DE ESTUDIO: BARRIADA DE "LAS HUERTAS". SEVILLA.

ANEXO 6.6.

SÍNTESIS DE LAS PROPUESTAS TÉCNICAS DE INTERVENCIÓN

Equipo AQUA-RIBA

Sevilla, Marzo 2015

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

INDICE

INTRODUCCIÓN 02

PROPUESTA 1
IMPLANTACIÓN DE DISPOSITIVOS DE AHORRO EN NÚCLEOS HÚMEDOS 03

PROPUESTA 2
REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA Y ENERGIA EN LOS GRUPOS DE PRESION 08

PROPUESTA 3
INSTALACIÓN DE PANELES SOLARES TÉRMICOS PARA ACS 12

PROPUESTA 4
SISTEMAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES 17

PROPUESTA 5
REDUCCIÓN DE LA DEMANDA DE RIEGO EN LOS JARDINES 21

PROPUESTA 6
NATURALIZACIÓN DE LA BARRIADA 23

PROPUESTA 7
INTEGRACIÓN DE SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE 25

PROPUESTA 8
MEJORA EN LA GESTIÓN EN LOS USOS NO DOMÉSTICOS DEL AGUA 27

PROPUESTA 8b
CONJUNTO DE MEDIDAS PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN DEL AGUA
EN EL C.E.I.P. BALTASAR DE ALCÁZAR 30

INTRODUCCIÓN

El documento que se presenta a continuación contiene un **resumen de las propuestas** planteadas por el equipo Aqua-Riba para la **mejora de la gestión del ciclo urbano del agua en la barriada de Las Huertas (Sevilla).**

Para su realización se ha partido de un **diagnóstico de la situación actual** de la barriada en el que se han valorado diferentes aspectos:

- **Contexto urbano.** Se ha estudiado el conjunto de condiciones materiales de la barriada, incluyendo las condiciones urbanas y de la edificación, las condiciones ambientales, así como todos los aspectos vinculados al ciclo urbano del agua de la barriada en sus diferentes escalas.

- **Cuestionario a usuarios.** Se ha realizado una encuesta domiciliaria, estadísticamente representativa, a través de la que se han conocido las características socio-demográficas de los hogares, las características de las instalaciones de agua, los hábitos de consumo y la valoración de los usuarios sobre diferentes aspectos vinculados con el ciclo urbano del agua que les afecta.

- **Dimensión social.** Se ha desarrollado un proceso con el que se ha buscado la incorporación activa del vecindario de Las Huertas en el proyecto Aqua-Riba, con la finalidad de que participe en el diagnóstico, la identificación de alternativas e influya en la toma de decisiones.

- **Marco institucional.** Se ha llevado a cabo un análisis de las normas y reglas que definen los objetivos y condiciones normativas en las que se inserta el ciclo urbano del agua y los roles, derechos, deberes y funciones de los agentes sociales que participan en el mismo.

Además, se han realizado una serie de **tareas de campo** que han completado la recopilación de información necesaria para el análisis de las propuestas:

- **Monitorización de contadores** de agua en cinco bloques de la barriada durante las dos últimas semanas de Septiembre para la obtención de datos de consumo.
- **Análisis de calidad de las aguas** en relación al contenido en hierro y manganeso.
- **Comprobación** de datos de la planimetría.
- **Visitas y encuestas establecimientos públicos y equipamientos escolares.**

Una vez conocidos y analizados estos datos, se ha procedido al **estudio de las diferentes propuestas de actuación** que se presentan a continuación. Estas propuestas han sido además valoradas por los agentes sociales del barrio (vecinos y vecinas, representantes de la comunidad escolar y de la administración) en dos sesiones de trabajo realizadas en la AAVV Félix Rodríguez de la Fuente.

PROPUESTA 1 IMPLANTACIÓN DE DISPOSITIVOS DE AHORRO EN NÚCLEOS HÚMEDOS

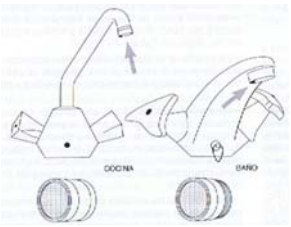
1. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

OBJETIVO.- La presente propuesta persigue **reducir el uso innecesario de agua y su desperdicio mediante la reducción de los caudales de consumo con el uso de dispositivos especiales en los núcleos húmedos** de las viviendas de la barriada de Las Huertas.

POSIBILIDADES DE IMPLANTACIÓN.-La **alta viabilidad** de esta propuesta se basa en que **se puede desarrollar a nivel particular**, es decir, que son medidas que pueden ser llevadas a cabo por los usuarios independientemente de las actuaciones del resto de los vecinos del edificio. Esta gran ventaja, junto con su **relativo bajo coste**, permite su implantación **en cualquier momento**, **sin esfuerzo** y **sin pérdida de confort**.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

A1- DISPOSITIVOS PARA GRIFOS Y ROCIADORES



Son **mecanismos que se colocan en grifos** de fregaderos, pilas, lavabos, bidés y/o bañeras **o en rociadores de ducha ya existentes**. Son, **por lo tanto, elementos "adicionales"** a la grifería en sí, por lo que son **ideales para casos de "rehabilitación arquitectónica"** como el presente. Su simplicidad de colocación y su coste muy reducido son las razones por las que son los dispositivos cuyo uso está más extendido.

Fig. 1. Detalle de dispositivo ahorrador en grifos

A2- GRIFERÍAS HIDROEFICIENTES

Han sido **concebidas para conseguir una reducción en el consumo** de agua en fregaderos, pilas, lavabos, bidés, bañeras y duchas **en distintos momentos del servicio** y **sustituirían a los preexistentes.** Es una solución algo más cara que la anterior pero su coste sigue siendo relativamente bajo.

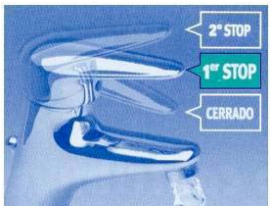






Fig. 2. Ejemplos de griferías hidroeficientes: monomando de 2 fases, de apertura en frío y termostática.

A3- INODOROS HIDROEFICIENTES

Además de la posible sustitución del aparato preexistente por otro que aproveche al máximo la descarga (o simplemente con cisternas de menor tamaño), también **existen algunos sistemas "adicionales" compatibles con aparatos ya existentes**:

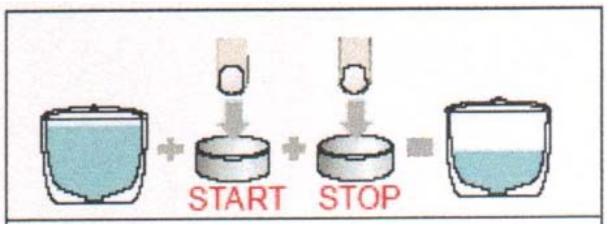




Fig. 4. Ejemplos de sistemas adicionales en inodoros: descarga interrumpible y doble pulsador.

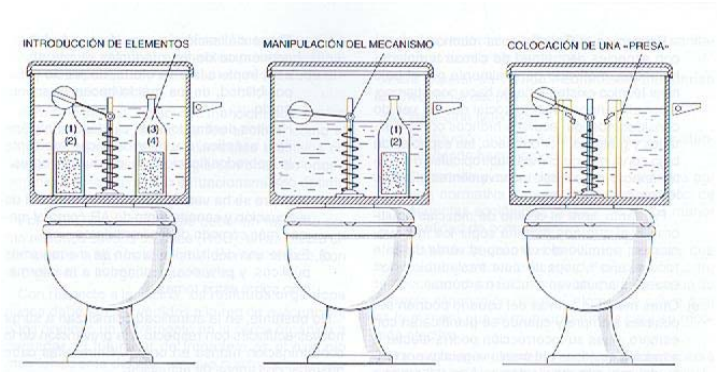




Fig. 5. Ejemplos de sistemas adicionales en inodoros: sistemas de desplazamiento.

A4- ELECTRODOMÉSTICOS DE BAJO CONSUMO HÍDRICO

Se trata de determinados electrodomésticos como lavadoras, lavaplatos/lavavajillas e incluso algunos aparatos usados en el acondicionamiento térmico de los espacios (climatizadores,…), que **incorporan sistemas que, además de un importante ahorro de energía, consiguen ahorro de agua**.



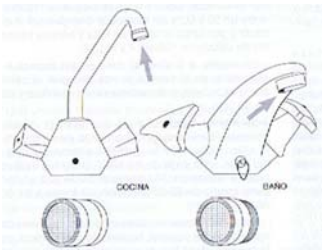


Fig. 5. Ejemplos de lavadora y lavavajillas eficientes desde el punto de vista hídrico.

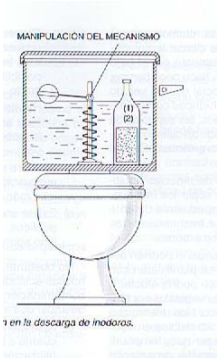
3. OPCIONES DE INTERVENCIÓN POR VIVIENDA:

OPCIÓN 1: AÑADIR DISPOSITIVOS DE AHORRO

Se trata de la propuesta más sencilla de ejecutar y con menores costes de inversión para conseguir disminuir el consumo de agua en las viviendas. Consiste en añadir elementos adicionales a los sistemas que ya existen en los hogares. En este caso, calculamos los costes y ahorros para una vivienda que no disponga de estos elementos y decida añadirlos. Incluye aireadores en todos los grifos, reductor de caudal en la ducha y sistema de desplazamiento (botella) en la cisterna:





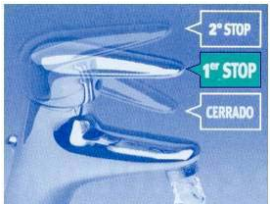


COSTES Y AHORROS AÑADIENDO ELEMENTOS			
TIPOS DE VIVIENDA	AHORROS	COSTES	PLAZO DE AMORTIZACIÓN
(Nº HABITANES Y Nº BAÑOS)	(€/viv.año)	(€)	(Año)
1 PERSONA Y 1 BAÑO	53,51 €	34,70 €	0,65
2 PERSONAS Y 1 BAÑO	99,55 €	34,70 €	0,35
3 PERSONAS Y 1 BAÑO	138,67 €	34,70 €	0,25
4 PERSONAS Y 1 BAÑO	171,92 €	34,70 €	0,20
5 PERSONAS Y 2 BAÑO	214,89 €	45,40 €	0,21
6 PERSONAS Y 2 BAÑO	257,87 €	45,40 €	0,18

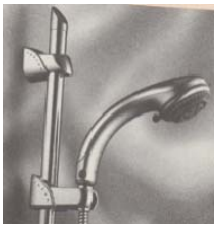
OPCIÓN 2: SUSTITUIR ELEMENTOS

Consiste en sustituir elementos de mayor consumo (grifos mezcladores, cisternas grandes, etc), por otros que garanticen menor consumo. Requiere una inversión algo mayor, por lo que el plazo de amortización de esta inversión es mayor.

Calculamos los costes y ahorros de realizar en una vivienda la sustitución de todos los grifos existentes por grifos con monomando, poner grifos termostácticos en bañeras, así como rociadores en las alcachofas de las duchas, y sustituir la cisternas grandes por pequeñas.









COSTES Y AHORROS SUSTITUYENDO ELEMENTOS			
TIPOS DE VIVIENDA	AHORROS	COSTES	AMORTIZACIÓN
(Nº HABITANES Y Nº BAÑOS)	(€/viv.año)	(€)	(Años)
1 PERSONA Y 1 BAÑO	**72,68 €**	583,75 €	**8,03**
2 PERSONAS Y 1 BAÑO	**133,38 €**	583,75 €	**4,38**
3 PERSONAS Y 1 BAÑO	**185,81 €**	583,75 €	**3,14**
4 PERSONAS Y 1 BAÑO	**230,35 €**	583,75 €	**2,53**
5 PERSONAS Y 2 BAÑO	**287,94 €**	875,05 €	**3,04**
6 PERSONAS Y 2 BAÑO	**345,53 €**	875,05 €	**2,53**

EN TODO EL BARRIO

Finalmente, si analizamos el tema a nivel del **conjunto de la barriada de Las Huertas,** y teniendo en cuenta los dispositivos que ya están incorporados en una parte de las instalaciones de los vecinos, los ahorros e inversiones que habría que realizar serían:

Opción 1: añadir elementos adicionales de ahorro donde no los hay, requeriría una inversión de 5.144 €, que permitirían reducir la demanda de agua en 9.774 m3/año y en consecuencia en ahorro total (entre agua y energía del sistema) de 17.124 €/año. Esto supondría un periodo de amortización de 0,53 años.

Opción 2: sustituir elementos en las viviendas, requeriría una inversión de 140.776 €, que permitirían reducir la demanda de agua en unos 16.609 m3/año y en consecuencia en ahorro total (entre agua y energía del sistema) de 29.099 €/año. El periodo de amortización de la inversión en este caso sería de 8,48 años.

4. COSTES Y AHORROS DE DISPOSITIVOS

DATOS ESPECÍFICOS DISPOSITIVOS				"LAS HUERTAS"		
TIPO DE DISPOSITIVO	**COSTE UNIDAD €**		**AHORRO %**	**COSTE €/VVDA***	**AHORRO / PERSONA**	
					litros/p.día	**€/p.año**
AÑADIR ELEMENTOS						
GRIFERÍA	BAÑOS	COCINA				
- Aireadores o perlizadores	6 €	6 €	40 %	30 €	18,05	10,54 €
- Limitadores de caudal	2,70 €	2,70 €	50 %	2,70 €	22,57	13,18 €
DUCHAS						
- Atomizadores	6 €	-	40 %	6 €	9,42	5,50 €
- Reductor de caudal en duchas	2,70 €	-		2,70 €		
INODORO						
- Sistemas de desplazamiento (2 lts)	2 €	-	16,6 %	2 €	4,72	2,76 €
- Sistemas de interrupción de la descarga	26,30 €	-	40 %	26,30 €	11,37	6,64 €
- Sistema de doble pulsador	50,50 €	-	60 %	50,50 €	17,06	9,96 €
SUSTITUIR ELEMENTOS						
GRIFERÍA	BAÑOS	COCINA				
- Temporizado	47 €	41 €	40 %		-	-
- Monomando estándar	49,40 €	70,4	40 %		18,05	10,54 €
- Monomando de apertura en dos fases	67,55 €	89,80 €	50 %	224,80 €	22,57	13,18 €
- Monomando con regulación de caudal						
- Monomando de apertura en frío						
- Termostática	141,50 €	-	60 %	141,50 €	27,08	15,82 €
DUCHAS						
- Rociadores	24 €	-	40 %	24 €	9,42	5,50 €
INODORO						
- Sustitución cisterna (12 lts por 6 lts)	60 €	-	50 %	60 €	14,21	8,30 €
ELECTRODOMÉSTICOS						
- Lavadora eficiente (7 kg)	-	-	25 %		2,69	1,57 €
- Lavavajillas eficiente	-	-	40 %		0,26	0,15 €

*En el supuesto de una vivienda con un cuarto de baño y una cocina.

PROPUESTA 2 **REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA Y ENERGIA EN LOS GRUPOS DE PRESION**

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el suministro de agua potable de la barriada lo realiza la empresa EMASESA, ésta se compromete a servir el agua en las siguientes condiciones: caudal de 0,4 litros/segundo mediante una acometida de 50 mm. y una presión de servicio mínima garantizada de 2 kg/cm^2 (20 metros de columna de agua - m.c.a.).

Con estas condiciones, sólo están garantizadas las condiciones mínimas de servicio a los dos o tres primeros pisos de los distintos bloques de la barriada. Por tanto, es necesaria la utilización de grupos de presión para garantizar las condiciones mínimas de suministro a los vecinos de plantas superiores.

Las condiciones de presión requeridas para el suministro de agua son las siguientes:

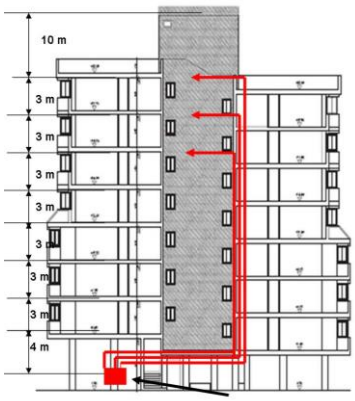
Presión mínima de suministro en el punto más desfavorable de la vivienda > de 1 kilo/cm^2

Presión máxima de suministro en el punto más desfavorable de la vivienda < de 5 kilo/cm^2

Estas condiciones se establecen para un correcto funcionamiento de los electrodomésticos, por una parte, y por otra, para no dañar ni gastar agua en exceso, por una elevada presión de suministro.

2. CONDICIONES DEL CONTEXTO

La barriada dispone, en cada uno de los bloques de viviendas, de grupos de presión para elevar el agua a los distintos pisos.



En la actualidad, el agua se impulsa de forma diferente en cada bloque. En los de 7 plantas, se impulsa a 60 m.c.a.; y, en los bloques de 10 plantas a 65 m.c.a., siendo la altura de estos bloques de 25 metros y 34 metros respectivamente.

Para que el último piso tenga una presión, en sus grifos, de 1 kg/cm2, que es lo que establece la Ley (Código Técnico de la Edificación CTE), haría falta, por tanto, que los grupos impulsaran el agua a:

Bloque 7 Plantas, 25 m + 10 m + 10% perdidas = 38,5 m.c.a.

Bloque 10 Plantas. 34 m + 10 m + 10% perdidas= 48,4 m.c.a.

Las medidas realizadas en varios bloques de la barriada son las siguientes:

Nº Bloque	Nº Plant.	Paro	Arranque
3	7	70 m.c.a.	50 m.c.a.
5	7	60 m.c.a.	50 m.c.a.
15	7	68 m.c.a.	51 m.c.a.
25	10	81 m.c.a.	68 m.c.a.
35	10	70 m.c.a.	50 m.c.a.

El cuadro anterior muestra como en los bloques de 7 plantas la presión de arranque es de 50 m.c.a. y la presión de paro es de unos 70 m.c.a. Ello quiere decir, que durante el tiempo en el que el grupo mantiene una presión entre 60 y 70 m.c.a. los dos primeros pisos están por encima de 50 m.c.a., incumpliendo los establecido por el CTE. (10 m.c.a. es aproximadamente 1 kg/cm^2). Lo mismo sucede en los bloques de 10 plantas y, en algunos bloques, puede llegar al tercer piso con una presión mayor de 50 m.c.a.



Estos datos aconsejan ajustar debidamente las consignas de arranque y paro de los grupos de presión, para evitar, de una parte, una presión excesiva, por encima de lo establecido en el CTE, y por otra, para no gastar más energía de la necesaria.

3. DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES Y RESULTADOS ESPERADOS

Existen distintas soluciones para adecuar las condiciones de suministro actuales a las condiciones establecidas por Ley, es decir, asegurar que en el grifo más alto del último piso, la presión mínima garantizada sea de 1 kg/cm^2 , y no se supere la presión máxima de 5 kg/cm^2 en los dos primeros pisos del bloque.

Las actuaciones que podrían acometerse serían las siguientes:

1. Reducir la presión de trabajo de los grupos de presión e instalar válvulas reguladoras de presión a la salida de los contadores para los primeros pisos.

2. Suministrar a los dos primeros pisos directamente desde la calle, y reducir la presión en el resto de pisos.

Medida 1: Reducción de la presión de suministro

Para reducir la presión de los grupos sólo hace falta modificar la consigna, es decir, rebajar la presión a la que se han de parar y arrancar los grupos. Por tanto, se debería ajustar para que las consignas de arranque y paro fueran las siguientes:

Nº Bloque	Nº Plant.	Paro	Arranque
10 bloques	7	40 m.c.a.	50 m.c.a.
8 bloques	10	50 m.c.a.	60 m.c.a.

De esta forma se asegura que todos los bloques de 7 plantas cumplen lo establecido en el CTE y en los bloques de 10 plantas sólo los vecinos del primer piso estarían, en algunos momentos, por encima de los 50 m.c.a.

Los ahorros que se conseguirían, al año, por cada 10 m.c.a. que bajemos la consigna serian de:

Nº Bloque	Nº Plant.	kWh/10mca	€/10mca
10 bloques	7	80 Kwh.	15 €
8 bloques	10	115 Kwh.	20 €
Barriada		1.720 Kwh.	310 €

Por otra parte, si hay que limitar la presión de servicio del primer piso para que no superen los 5 kilos/cm^2 que estable el Código Técnico de la Edificación (CTE)' sólo haría falta instalar una válvula reductora de presión a la entrada del contador. La solución que han venido adoptando los vecinos de los primeros pisos, es la de cerrar la llave de paso ubicada a la entrada de las viviendas. Esta solución puede no ser adecuada dado que la presión se sigue transmitiendo a la red de la vivienda, pudiendo seguir existiendo el problema.



Figura: Válvula reductora de presión

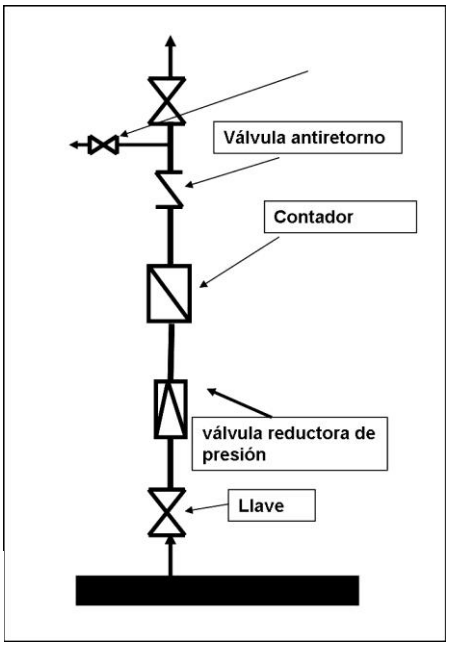


Figura: esquema de principio para instalación de válvulas reductoras.

La solución propuesta es barata y se puede realizar fácilmente, su coste sería aproximadamente de unos 200 € por bloque, ya sean de 7 o de 10 plantas.

Los ahorros económicos que se obtiene son:

- ahorro de energía eléctrica de los grupos presión: de entre 15 y 20 € al año por cada 10 m.c.a. reducido, según nos refiramos a bloques de 7 o de 10 plantas.
- ahorro de agua gracias a una menor presión de servicio. Estos son de difícil cuantificación ya que dependen del número de habitantes por vivienda, de los hábitos de consumo, de la diferencia de presión, etc. pero se pueden estimar entre un 15% y un 20% del consumo de agua.

Medida 2. Desconexión de las dos primeras plantas y reducción de presión de suministro.

La segunda medida que se propone es prácticamente igual a la anterior, pero incorporando el suministro directo de agua desde la red de EMASESA a los dos primeros pisos de los bloques.

Esta solución presenta las siguientes ventajas:

1. Aprovecha la energía potencial que trae el agua de la red para abastecer las dos primeras plantas.
2. Se reduce el caudal a impulsar por los grupos de presión dado que las dos primeras plantas se abastecen directamente.
3. Se reduce la presión de los grupos como en el caso anterior lo que lleva aparejado un ahorro de energía por este concepto.
4. No es necesario instalar válvulas reductoras de presión para el primer piso de los bloques de 10 plantas.

Los inconvenientes que presenta son:

1. Hay que instalar una tubería de polietileno de 50 mm de diámetro que conecte la red de EMASESA, a la entrada de los grupos, con las acometidas de contadores de las dos primeras plantas en el cuarto de contadores.
2. Cuando por alguna razón se produzca un corte de suministro, las dos primeras plantas se quedarían sin servicio momentáneamente, teniendo el resto de usuarios el margen del volumen de agua contenido en el depósito.

Los **resultados esperados** son una disminución del consumo de agua de los bloques, debido a la reducción de la presión de suministro, como en el caso anterior, y una disminución del consumo de energía de los grupos de presión debido a que tienen que elevar menos agua, ya que la de los dos primeros pisos se abastecen directamente desde la red de EMASESA.

En total, los ahorros que se obtendrían en la barriada, si se suministraran directamente desde la red los dos primeros pisos de cada bloque y se redujera la presión de los grupos en 10 m.c.a., serían de 4.024 Kwh. de energía eléctrica, que viene a representar unos 730 € al año en toda la barriada, que son unos 35 € al año en para los bloques de 7 plantas y de 40 € al año para los de 10 plantas.

En cuanto al coste de instalación de la tubería para las dos primeras plantas en cada bloque sería de:

Concepto	Ud	Uds	€/Ud	Total
Tubería de polietileno 50 mm	metro	10	18,99 €	189,90 €
Válvulas antiretorno 3/4"	Ud	8	7,00 €	56,00 €
Válvulas 3/4 "	Ud	12	20,00 €	120,00 €
Base Imponible				**365,90 €**
IVA 21%				76,84 €
Totalmente instalado y probado				
TOTAL				**442,74 €**

Si se acogiesen al Programa de Construcción Sostenible de la Junta de Andalucía, se podría subvencionar la inversión con un 40%, resultando de unos 266 €. En este caso, los vecinos tendrían que aportar unos 7 €, los vecinos de los bloques de 10 plantas, y unos 10 € los vecinos de los bloques de 7 plantas, consiguiéndose un ahorro en la factura de electricidad para la comunidad de 37 y 45 € al año respectivamente, es decir, la inversión se recupera con los ahorros en 6 y 7 años para los bloques de 7 y 10 plantas.

El principal problema que presenta esta acción son los inconvenientes derivados de la gestión de la misma.

1. INTRODUCCIÓN

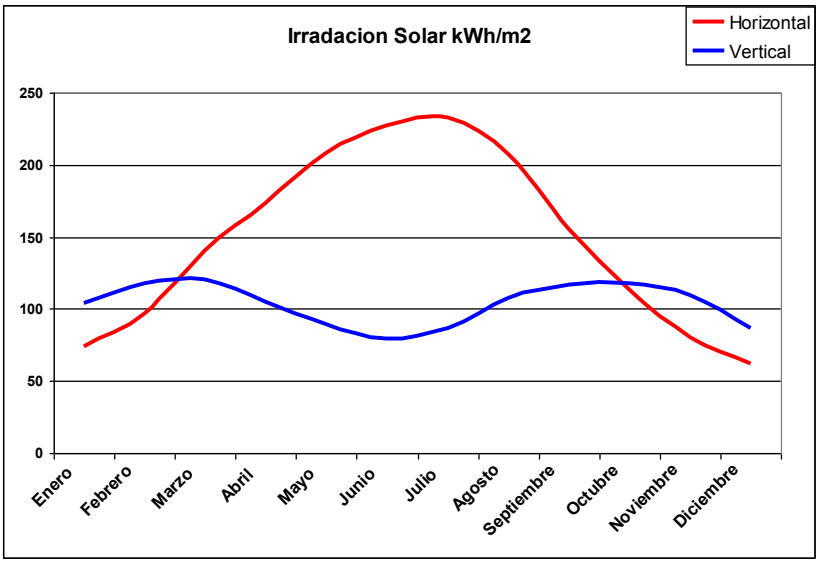
A partir de la entrada en vigor del Código Técnico de la Edificación (CTE), en 2006, todos los edificios de nueva construcción, y determinadas rehabilitaciones, deberán disponer de una instalación de Energía Solar Térmica que aporte una fracción del consumo anual de energía para este servicio. La energía solar térmica es, en general, el procedimiento más sostenible para la producción de ACS, la instalación de estos equipos viene creciendo de manera espectacular en todas las parte del Mundo.

2. CONDICIONES DEL CONTEXTO

El barrio de Las Huertas tiene unas magníficas condiciones para albergar estas instalaciones; dispone de superficies soleadas en las cubiertas, y está localizado geográficamente, al sur del paralelo 40, donde la energía solar que incide por cada metro cuadrado es mayor de 1,2 Kw de media anual.

El barrio está compuesto por 10 bloques de 7 plantas y 8 bloques de 10 plantas de 4 viviendas por planta en cada uno de los bloques.

En un bloque de 10 plantas se consumiría, aproximadamente, 22 litros por persona y día de agua caliente sanitaria a 60 ºC ,y el consumo total en el bloque sería de unos 3.520 litros por día, estimándose una ocupación del 100% anual, con una contribución solar para el ACS del 70%, ello quiere decir que, aproximadamente, durante los tres meses de invierno sería necesario contar con energía de apoyo



Las necesidades de agua caliente sanitaria y la energía demandada se muestran en el siguiente cuadro:

Mes	Días/mes	Consumo de Agua (l/día)	Temperatura media agua red (ºC)	Incremento T ºC (60º)	Demanda Energética (kWh)
Enero	31	3.520	8	52	6.582
Febrero	28	3.520	9	51	5.831
Marzo	31	3.520	11	49	6.202

Abril	30	3.520	13	47	5.757
Mayo	31	3.520	14	46	5.823
Junio	30	3.520	15	45	5.512
Julio	31	3.520	16	44	5.569
Agosto	31	3.520	15	45	5.696
Septiembre	30	3.520	14	46	5.635
Octubre	31	3.520	13	47	5.949
Noviembre	30	3.520	11	49	6.002
Diciembre	31	3.520	8	52	6.582
TOTAL	365				71.140

Como se observa, en el cuadro anterior, la temperatura del agua de la red varía de invierno a verano de 8º C a 15 ºC, y por tanto la demanda de energía oscila entre los 6.500 y 5.500 Kwh.

La instalación se podría diseñar para cubrir las necesidades del invierno pero ello significaría que en los meses de verano se desaprovecharía mucha energía, y haría falta instalar más paneles, lo que encarecería innecesariamente la instalación. Por este motivo se establecen las siguientes condiciones: que no exista ningún mes que produzca más del 110% de la energía demandada y que no existan 3 meses consecutivos que se produzca más de un 100% de la energía demandada.

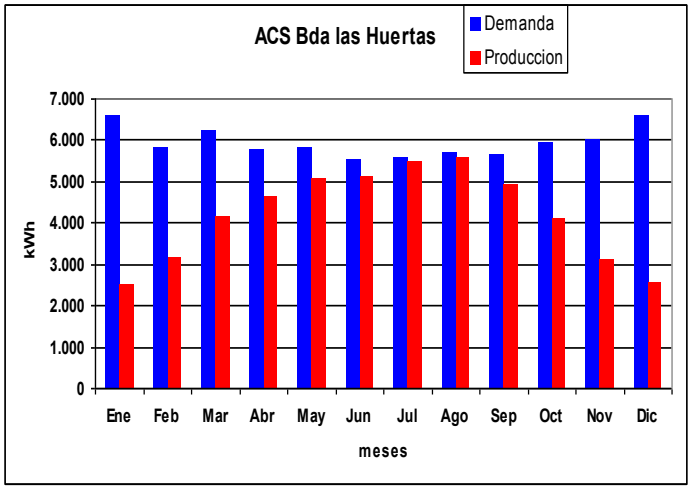
3. DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES Y RESULTADOS ESPERADOS

Para cumplir con estas condiciones se necesitarían 25 paneles solares, con un factor de eficiencia óptica de 0,789 y un coeficiente global de pérdidas 3,606 W/(m²·ºC), inclinados 35º respecto de la horizontal, y de dimensiones: 1,000 m x 2,10 m. Área Útil 2,33 m², que supondría un área útil de captación de 58.25 m2, producirían la energía establecida en el CTE.

Representaría alrededor de 1,45 mts^2 por vivienda o sea 0,625 paneles por vivienda. Necesitándose, por otra parte, un deposito con un volumen de acumulación ACS de 4.060 litros. Con estos paneles se produciría **50.287 kWh** anuales que representa más del 70% de la demanda de energía.

Mes/kWh	Demanda	Producción	Diferencia	%
Enero	6.582	2.495	4.087	38%
Febrero	5.831	3.169	2.662	54%
Marzo	6.202	4.150	2.052	67%
Abril	5.757	4.609	1.148	80%
Mayo	5.823	5.073	750	87%
Junio	5.512	5.116	396	93%
Julio	5.569	5.474	95	98%
Agosto	5.696	5.562	134	98%
Septiembre	5.635	4.912	723	87%
Octubre	5.949	4.101	1.848	69%
Noviembre	6.002	3.103	2.899	52%
Diciembre	6.582	2.523	4.059	38%
Total	**71.140**	**50.287**	**20.853**	**71%**

El grafico siguiente muestra las diferencias en producción y demanda de ACS a lo largo del año.



Descripción de las instalaciones

La propuesta consiste en la instalación, en cada bloque de 10 plantas, de 24 paneles solares ubicados en la cubierta con 58.25 m^2 de superficie útil de captación, de un depósito para agua caliente de 4.060 litros y de los aparatos y controles y kit de conexiones necesarios para su correcto funcionamiento.

El agua caliente es conducida a cada uno de los pisos del bloque por tuberías de PVC debidamente aisladas, dispondrá además de tuberías y bombas de retorno, por último, se instalará con retorno invertido para equilibrarla, de forma que los que estén más cerca del depósito, no tengan ventajas respecto de los demás.



En cada vivienda se instalara un inter-acumulador de 60 litros de capacidad donde se intercambiará el calor de los paneles con el agua potable de la vivienda, no existiendo mezcla ni contacto entre el agua de los colectores y el agua de la vivienda.



Para aprovechar al máximo los aparatos instalados en la actualidad en la viviendas y para que no se produzca pérdida de calidad del servicio, se instalará una válvula termo-estática de forma que cuando el agua de los colectores y del inter-acumulador baje de 45 ºC, se desviará a la caldera de gas o termo eléctrico de la vivienda de forma automática. De esta forma, sólo se gastará energía de apoyo en los meses más frío y en una cantidad inferior, dado que el agua de salida del inter-acumulador en los meses fríos del invierno es muy superior a la temperatura del agua de la red.



4. COSTES ASOCIADOS

La inversión necesaria para la instalación para un bloque de 10 plantas sería de:

Concepto	Ud.	Uds	€/Ud	Total
Batería de Colectores de 3unidades/batería	Ud.	8	2.471,1 €	19.768,72 €
Tubería de PVC aislada y montada	metros	100	16,00 €	1.600,00 €
Inter acumulador de 80 litro instalado en viviendas	Ud.	40	235,00 €	9.400,00 €
Válvula termo estática	Ud.	40	50,00 €	2.000,00 €
Sistema de recirculación	Ud.	1	676,00 €	676,00 €
Deposito ACS 4000 l	Ud.	1	4.000,00 €	4.000,00 €
Base Imponible				**37.444,72 €**
IVA 21%				7.863,39 €
TOTAL				**45.308,11 €**
Por vivienda (40 viviendas)				1.132,70 €

Los costes de mantenimiento durante de la instalación ascenderían a unos 2.800 € anuales.

Los ahorros obtenidos utilizando este sistema se evalúan a continuación para una familia de 4 miembros, consumiendo cada uno 22 litros de agua caliente al día y comparándolos con estos mismos consumos obtenidos mediante calderas de gas natural.

Coste de la Energía del ACS (gas natural)			
Actualidad sin Colectores.	**€/Kwh.**	**Kwh.**	**Total €**
Consumo	0,05727	1.779	101,89
Impuestos	0,00234	1.779	4,16
Termino Fijo (€/días)	0,144	365	52,56
Alquiler Contadores (€/días)	0,0411	365	15
Base Imponible			**160,11**
IVA 21%			33,62
TOTAL			**193,73**

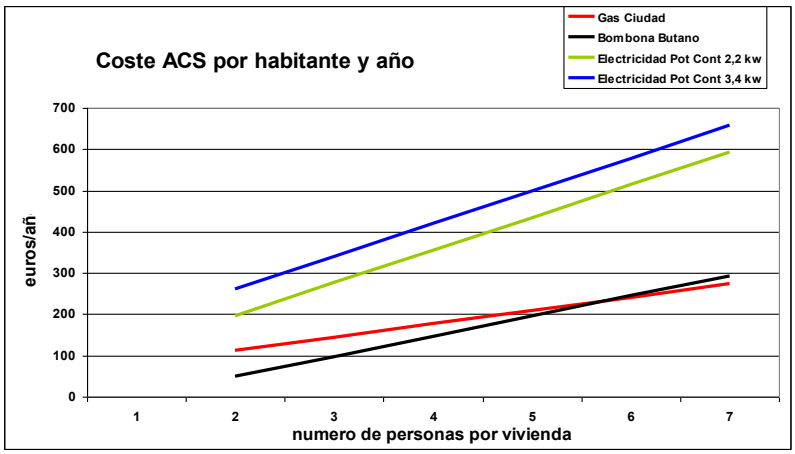
Con la instalación de colectores solares, los gastos serían:

Coste de la Energía ACS (con colectores)			
Con Colectores Solares	**€/kWh**	**kWh**	**Total €**
Consumo	0,05727	521	29,84
Impuestos	0,00234	521	1,21914
Termino Fijo (€/días)	0,144	365	52,56
Alquiler Contadores (€/días)	0,0411	365	15
Base Imponible			**98,62**
IVA 21%			20,71
TOTAL			**119,33**

Esto significa un ahorro para una familia de 4 miembros de 74,40 €/año. Por otra parte, no tendría sentido instalar un sistema de ACS y no conectar al sistema de agua caliente sanitaria a la lavadora y el lavavajillas. Para ello sólo hay que conectar la entrada del agua del electrodoméstico con la red de agua

caliente de la vivienda. Para conseguir los ahorros hay que modificar el contrato de la electricidad bajando la potencia contratada en 1,15 Kwh., esto representa un ahorro anual de, aproximadamente, 96,17 €/año.

El ahorro total sería de unos 170 €/año, la cuestión se centra en que si estos ahorros son mayores que el coste de la instalación por vivienda. El coste por habitante de cada uno de los sistemas para producir agua caliente sanitaria sería como muestra el cuadro adjunto



A partir de 4/5 habitantes por vivienda y para un consumo de energía de 445 kwh/año por persona, el coste de producir agua caliente sanitaria mediante colectores solares es menor que el producido por las bombonas de butano. Otra forma de verlo, es que a partir de consumir más de 9 bombonas de butano al año, es más económico producir agua caliente con colectores solares.

Ello plantea problemas de viabilidad debido a la composición del número de habitantes por viviendas. En las viviendas en las que vivan dos o tres personas, su opción más económica es la utilización de bombonas de butano, en las que vivan 4 o más personas, y consuman más de 9 bombonas al año, su opción más económica es la instalación de colectores solares. Dada la composición social de la barriada pensamos que es muy difícil alcanzar acuerdos para la instalación de colectores solares.

Se podría pensar en la utilización de contadores de energía para que cada vivienda pagara por la energía efectivamente consumida, pero para ello, sería necesario establecer acuerdos con empresas de servicios energéticos, pero para que le pudiera interesar a estas empresas debería ponerse de acuerdo toda la barriada, y para toda clase de energía consumida incluyendo el agua, situación que aún vemos más problemática.

Por otra parte, la principal ventaja que presenta la instalación de colectores solares es que no estaría, en su mayor parte, sujeta a la subida de los precios de la energía, ello supondría que en pocos años, si se mantiene la tendencia al alza de estos precios, la instalación podría ser viable para todos los vecinos.

Por último, sólo sería posible alcanzar la viabilidad económica de la instalación de colectores solares para producir agua caliente sanitaria, consiguiendo el máximo de subvención que otorga la Junta de Andalucía a través de su Programa de Construcción Sostenible, es decir, conseguir una subvención de más del 60% de la inversión, el programa establece una horquilla entre el 40% y el 80%. Para ello, sería necesario redactar un proyecto, y presentarlo al Programa de Construcción Sostenible de la Junta de Andalucía incluyendo un estudio económico en el que se establezca el porcentaje de subvención que haría viable la instalación y la aportación económica que le correspondería a cada vivienda.

PROPUESTA 4 SISTEMAS DE REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

1. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

OBJETIVO.- Se persigue la **reducción de la demanda de agua de la red en Las Huertas teniendo en cuenta la "adecuación de calidad" del agua a los distintos usos que se hacen de ella.** Se plantea pues **la reutilización de las aguas grises de los edificios,** que son las que provienen de lavadoras y duchas para, tras su depuración, destinarlas a usos menos exigentes en cuanto a calidad, como por ejemplo el inodoro o el baldeo de calles.

POSIBILIDADES DE IMPLANTACIÓN.- Los sistemas propuestos deben instalarse o a **nivel de bloques** o a **nivel de núcleos**, lo que exigirá el acurdo entre todas las partes implicadas.

2. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA

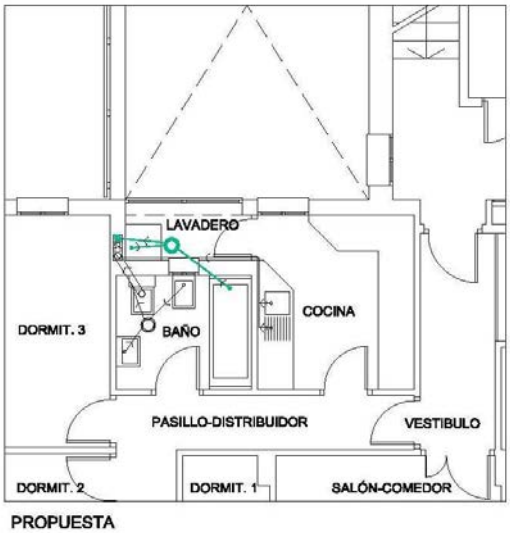
DEFINICIÓN Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA.-

El **sistema de reutilización de aguas grises propuesto** plantea la recuperación de las **aguas procedentes de duchas y lavadoras** para, una vez tratadas y desinfectadas adecuadamente, destinarlas a usos menos exigentes, como **inodoros y limpieza se calles**. A partir de la oferta de aguas procedentes de duchas y lavadoras, se cubre totalmente la demanda de los inodoros, produciéndose además en la barriada un sobrante de aproximadamente 3.400 m^3/año.

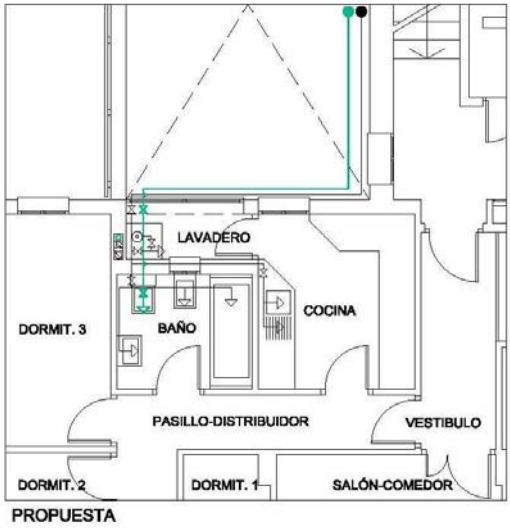
MODIFICACIÓN DE LAS INSTALACIONES ACTUALES:

En cada vivienda, serían necesarias nuevas conexiones **de las duchas y las lavadoras a un bote sifónico independiente** situado en los lavaderos. Desde ahí, en cada bloque **se recogerían las aguas grises de los vecinos en un nuevo bajante que iría por la fachada de los patios** hasta la Planta Baja. Esta red llegaría finalmente **al sistema de depuración y almacenamiento para**, posteriormente, ser bombeadas ya depuradas y desinfectadas, por un montante ramificado hasta los inodoros de cada vivienda.

Como se observa en el plano, **no se prevé que las obras a realizar en cada vivienda tengan mucha incidencia**, gracias a la situación de los elementos a modificar que se sitúan principalmente en torno al lavadero.



PROPUESTA



PROPUESTA

Fig. 3. Nuevo trazado de instalaciones de agua en los baños. A la izquierda nuevas conexiones de saneamiento, y a la derecha, nuevas conexiones de abastecimiento (en color verde en ambos casos). (*Elaboración Propia, 2015*)

La construcción de los sistemas de depuración se puede hacer, principalmente, de dos maneras:

- **Sistemas compactos**, que podrán instalarse de manera independiente en los **bloques** que así lo quisieran. Se trata de un **depósito-depuradora** de **5m^3** en cada bloque, en el que las aguas son tratadas y desinfectadas, para después bombearlas a las viviendas. En este caso, sería necesaria una ampliación del cuarto de instalaciones tal y como se ve en el plano, para albergar el sistema.

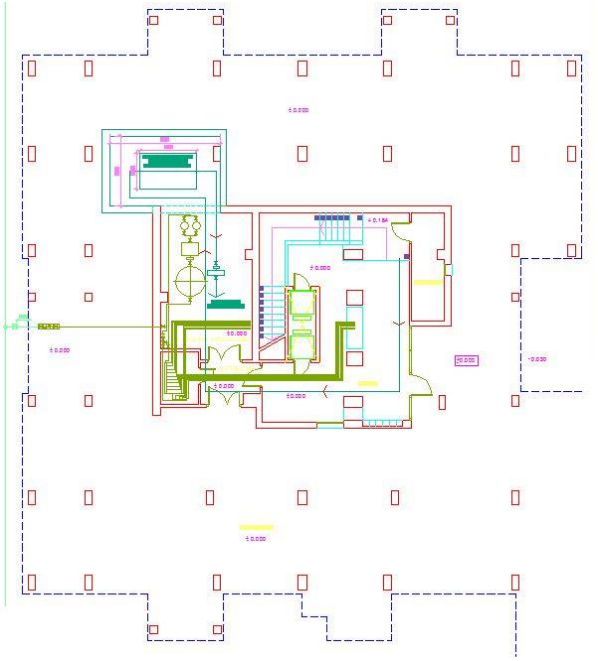


Fig. 4. A la izquierda, ampliación del cuarto de instalaciones para ubicación del depósito-depuradora. (*Elaboración Propia, 2015*).

Fig. 5. Abajo: imagen de depuradora tipo



- **Sistemas extensivos,** que tendrían que instalarse en cada uno de los **núcleos o para el conjunto de la barriada**. Consisten en una **depuración mediante sistemas naturales** perfectamente integrados en los propios jardines comunitarios. Se trata de canales rellenos de piedra debidamente organizada y sembrados de plantas, a través de los cuales el agua gris circulará por debajo de la superficie (sin que se vea). Finalmente se procederá a la desinfección del agua de acuerdo al RD 1620/2007. Serían necesarias un total de 6 unidades depuradoras de 10x1x1 m., con su almacenaje (54 m^3 en total) y bombeo, para la reutilización del agua de todo el barrio.



El **mantenimiento del sistema de depuración** requiere de una limpieza anual, inyectando agua en contra corriente para extraer por el punto más bajo los posibles depósitos de fango que hayan podido quedar acumulados en la base tras un año de operación, y así garantizar el funcionamiento de estos sistemas con un aprovechamiento completo del volumen útil. Los grupos de desinfección y presión requerirán de labores de mantenimiento electromecánico cada mes.

AHORROS PREVISTOS:

En la siguiente tabla se sintetizan las cantidades de aguas que **pueden ser recicladas** anualmente, así como los ahorros económicos asociados a estos ahorros en agua de la red se expresan en el siguiente cuadro:

AHORROS ECONOMICOS ANUALES POR AGUA		
UNIDAD DE ESTUDIO	**AGUAS RECICLADAS**	**AHORRO FACTURA AGUA AL AÑO**
	m^3/ año	€/año
VIVIENDA*	33,16	91,70 €
BLOQUE PB+10	1.326,56	3.667,87 €
BLOQUE PB+7	928,59	2.567,51 €
NÚCLEO DE 5	5.438,88	15.038,28 €
NÚCLEO DE 4	4.510,29	12.470,77 €
BARRIADA	**19.898,34 m^3/ año**	**55.018,11 €/año**

*Calculado para el consumo medio de una vivienda en Las Huertas, que serían actualmente 105 m^3/año (26 m^3/trimestre).

3. COSTES Y AHORROS ECONÓMICOS

SISTEMAS COMPACTOS

En los sistemas compactos, que pueden implementarse independientemente en cada bloque, los costes de la inversión para **bloques de 10 plantas (40 vvdas)** sería de cerca de **40.000€ (996€/vivienda)** mientras que en los de **7 plantas (28 vvdas)** es de **36.275€ (1.295€/vivienda**), siendo la inversión total si los implementásemos en todos los bloques de la barriada de **681.535€**. Los costes de funcionamiento y mantenimiento se situaría en torno a los 200 €/bloque al mes, es decir unos 3.600 € en todo el barrio al mes, o 43.200 €/año.

Suponiendo que se consiguiera **subvencionar un 40% de la instalación**, y pidiendo un **préstamo a 10 años** con un **6% de interés** para financiar las obras:

TARIFA POR VIVIENDA CON SISTEMA COMPACTO	
Tarifa mensual por vecino	€/mes
Ahorro mensual por vivienda	- 7,65 €
Cuota mensual préstamos por vivienda	6,18 €
Mantenimiento	5,00 €
Total Cuota Mensual	**3,53 €**

La suma de los costes del sistema y los costes de mantenimiento harían que la inversión no se llegara a rentabilizar con los ahorros obtenidos, al menos hasta que pasaran los diez años del préstamo. Por lo tanto, en esos diez primeros años, tendríamos que añadir de media unos 3,53 €/mes más a la factura del agua de cada vivienda.

SISTEMAS EXTENSIVOS

En este caso, tanto los costes de instalación, como los de operación y mantenimiento, son menores, y hacen mucho más viable la instalación.

Se calcula que los costes totales para el conjunto de la barriada del sistema de depuración, desinfección y almacenamiento serían de unos 35.000 €, a los que habría que añadir por bloque 10.800 € (si son de 10 plantas) o 7800 € si son de 7 plantas, para las obras de adecuación de instalaciones en las viviendas y nuevos equipos de bombeo, etc. Sumados gastos generales e impuestos (IVA), la inversión final sería de unos **290.000 €,** o lo que es lo mismo, **16.000 € por bloque de inversión inicial**. Son necesarios además unos costes de **mantenimiento** de unos **900 €/mes** para el conjunto del barrio.

Igual que en el caso anterior, suponemos que la inversión se financia con un **préstamo a 10 años al 6%** de interés, esta vez **sin subvención**. Los resultados en esta ocasión serían:

TARIFA POR VIVIENDA CON SISTEMA EXTENSIVO (NÚCLEO*)	
Tarifa mensual por vecino	€/mes
Ahorro mensual por vivienda	- 7,65 €
Cuota mensual préstamos por vivienda	5 €
Mantenimiento	1,5 €
Total Cuota Mensual	**- 1,15 €**

Es decir, aún **sin ningún tipo de subvención**, en los diez años que tardasen en pagar la obra, cada vivienda **se ahorraría 1,15 €/mes**, o lo que es lo mismo, **13,80 €/año** por vivienda. Una vez pasados estos diez años, el ahorro podría incrementarse hasta los **74 €/año** de media por vivienda.

En el conjunto de la barriada, el ahorro alcanzaría los **8.280 €/año**, en los primeros 10 años, y **44.400 €/año** una vez transcurrido este periodo.

NOTA: Los costes y ahorros si se realiza a escala de núcleo (4 o 5 bloques) o de barrio serían proporcionales a los expuestos, y por tanto con una repercusión similar para cada vivienda.

REQUERIMIENTOS DE ORGANIZACIÓN O GESTIÓN INICIAL

En todos los casos, se trata de una propuesta que ha de llevarse a cabo colectivamente, siendo posible incorporarla en las distintas escalas en las que se agrupan las viviendas.

No obstante, para poder llevarse a cabo la medida más eficiente y barata, los sistemas extensivos, es **necesario alcanzar un consenso previo de los vecinos, como mínimo, a nivel de núcleo o de barrio.**

PROPUESTA 5 REDUCCIÓN DE LA DEMANDA DE RIEGO EN LOS JARDINES

1. INTRODUCCIÓN

Existen diferentes opciones para la mejora de los sistemas de riego de la barriada de Las Huertas, entre las que destacamos:

- **Xerojardinería**: se trataría de un tipo de jardinería en la que se incrementa el uso de plantas adaptadas al clima local, especialmente en relación a las demandas de agua.
- **Riego eficiente**: consiste en implementar sistemas de riego que permiten aprovechar bien el agua de riego. Son ejemplos de estos sistemas el goteo o el riego por exudación.
- **Acolchado o mulching**: técnica consistente en poner sobre el suelo una capa protectora que permite, entre otras cosas, reducir la pérdida de agua por evaporación y controlar el crecimiento de malas hierbas.
- **Utilización de recursos alternativos**: uso de agua con calidad suficiente para el riego, pero quizá no apta para otros usos: aguas reutilizadas, pozos, captación agua lluvia, etc.

2. CONDICIONES DEL CONTEXTO

Podemos afirmar que el barrio de Las Huertas es una zona de la ciudad bien dotada en cuanto a zonas verdes, tanto por el número de elementos como por el cuidado hacia los mismos que, en muchos casos, realizan los propios vecinos y vecinas.



La superficie total es de **zonas verdes es de 4.672 m^2**, de los cuales 1.362 m^2 corresponden a zonas de césped, con una demanda de agua de unos 1.073 m^3/año, y el resto a diferentes formas de jardín, que se calcula pueden suponer unos 421 m^3/año de agua para riego, además de un gran número de alcorques arbolados.

En los elementos vegetados de la barriada, encontramos una gran variedad de especies, entre las que destacamos:



- **Arbolado en alcorque:** naranjos, plataneros y tipuanas.
- **Jardines de barrio**: Hay una gran diversidad de especies vegetales en estos elementos, tanto arbustivas como arbóreas, ornamentales y frutales (pinos, cipreses, palmeras, granados, naranjos, adelfas, rosales, jazmines, etc…). En muchos casos, el suelo se encuentra cubierto por césped.
- **Parques**: gran superficie de césped. Pérgolas con buganvillas. Parterres con especies ornamentales.
- **Muro verde trasero**: hiedras y buganvillas.
- **Parterres:** matorrales de adelfa, lavanda, romero, etc.

Según se nos informa, los parques de gestión municipal y los jardines del Núcleo 1 son regados a través de **pozos**, mientras que los jardines pertenecientes a Núcleos 2,3 y 4 son regados con **agua potable de la red general.** Se observa que hay **buenas prácticas en el riego de estos jardines,** que se hace de una manera bastante eficiente. No obstante, en el **conjunto del barrio**, este gasto en agua potable de la red para riego se estima en unos **287 m^3/año**, lo cual supone aproximadamente unos **500 €/año de coste económico.**

3. DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES Y RESULTADOS ESPERADOS

En base a las características de la barriada, se propone analizar las siguientes medidas:



- **Acolchado o mulching** con corteza de pino de 10 cm de espesor en el 30% de la superficie de jardines que se riegan de la red. Teniendo un precio asequible, esta técnica ayuda a favorecer el mantenimiento de la humedad del suelo, permite regular la temperatura del suelo, controlar el desarrollo de maleza, proteger a las plantas más jóvenes y enriquecer el suelo con materia orgánica y nutrientes. Con ello se pretende **reducir en 50% de la demanda de agua en los jardines** gracias a la conservación de la humedad del suelo.

- **Realización de uno o dos nuevos pozos** : permitiría reducir el consumo de agua de las comunidades de vecinos de los núcleos 2,3 y 4 en un **75%,** lo cual ahorraría en el barrio unos **287 m^3/año** de agua de máxima calidad, y los sustituiría por aguas freáticas. Estos resultados podrían obtenerse si el **Ayuntamiento** accediera **a reabrir los pozos existentes** que posee en la barriada.

La **sustitución de especies** podría ser una medida especialmente recomendable en el área de césped, ya que es la que genera una demanda mayor. No obstante, si estas zonas son utilizadas como áreas de recreo puede ser interesante conservarlas.

Por otro lado, los **sistemas de riego** utilizados actualmente para regar el césped (aspersión) podrían ser mejorados, aunque en los jardines existen muy buenos hábitos de riego por parte de los vecinos que no harían necesaria una inversión en su automatización.

En los casos analizados, los ahorros que se producirían se resumen en el siguiente cuadro:

COSTES DEL AGUA	**Agua red**	**Acolchado**	**Agua pozo**
Consumo medio Bloque (m^3/trimestre)	7 m^3	3,8 m^3	1,50 m^3
Coste medio factura Bloque (€/trimestre)	34,36 €	28,82 €	24,74 €
Potencial ahorro por Bloque (€/trimestre)		5,54 €	9,62 €
Potencial ahorro Bloque (€/año)		**22,15 €**	**38,48 €**
Potencial ahorro Barrio* (€/año)		**288,00 €**	**500,21 €**

*Se consideran sólo los 13 bloques que no cuentan con riego por pozo actualmente.

4. COSTES ASOCIADOS

- **Construcción de un pozo**
  - Sondeo 45 €/m 20 m 900 €
  - Bomba sumergida 525 €/udad 1 525 €
  - Arqueta de registro 350 €/udad 1 350 €

TOTAL COSTES NUEVO POZO_____ 1.775 € (+IVA)

Este precio NO INCLUYE la construcción de la caseta.

- **Acolchado con corteza de pino**

30% superficie de jardín 3,5 €/m^2 561 m^2 1.963 €

TOTAL COSTES ACOLCHADO_____1.963 € (+IVA)

Coste por bloque: 151 € (+IVA). El precio incluye el coste de la corteza de pino pero no la mano de obra del acolchado. En caso de considerarlo ya colocado ascendería a 6,12 €/m^2.

PROPUESTA 6 NATURALIZACIÓN DE LA BARRIADA

1. INTRODUCCIÓN

El objetivo de esta propuesta es la puesta en marcha de un Plan de transformación del barrio de Las Huertas hacia una **naturalización que contribuya al concepto de "Barrio sin CO_2".** Contempla la valorización de espacios verdes y la captura de CO_2 mediante especies vegetales, así como la creación de huertos sociales para los vecinos.

2. DEFINICIÓN DE LAS PROPUESTAS

1.- INCREMENTO DE LA CAPTURA DE CO_2 Y PROTECCIÓN CONTRA RADIACIONES

Se propone una actuación de reforestación y revegetación con especies autóctonas capturadoras de CO_2 y con pocos requisitos de mantenimiento. Las **pantallas vegetales protegerán así mismo de las radiaciones** de las líneas eléctricas de ferrocarril cercanas al barrio, actuando como pantalla para minimizar ondas en circulación (sonoras o radiaciones electromagnéticas).



Para la captura de CO_2 se elige la **plantación de Pino Carrasco** a lo largo de la **valla que separa la Barriada de las Huertas de las vías del tren**, 3.400 m^2. Esta **pantalla vegetal** también actuará captando radiaciones sonoras y electromagnéticas. Así mismo se establecerá una hilera de Pino Carrasco a lo largo de la **Avda. de Kansas City** durante todo el recorrido de la Barriada de las Huertas.

En las **zonas interiores del barrio** donde se ha detectado carencia de vegetación, se propone la **plantación de Limonero**, 1.482 m^2. Las distintas zonas a plantar quedan representadas en el plano de la Fig. 3.

2.- PROYECTO DE HUERTOS SOCIALES

Implementación de huertos sociales, que lógicamente también **ejercerán funciones de ocio y educativas entre otras.** La organización de las parcelas se realizará con diferenciación entre **huertos individuales/familiares (4 personas, 35 m^2) y huertos colectivos/comunitarios (70 m^2).**



Se propone la utilización de los **terrenos situados junto al colegio Baltasar de Alcázar II** para la implementación de los huertos. La extensión total requerida, suponiendo una demanda de los mismos de un **40% de las viviendas, será de 10.000 m^2.** Los huerto supondrán una demanda de agua para riego de unos 10.000 m^3/año. En la zona de huertos se instalará una **unidad sanitaria básica**, para aseo y almacenamiento de útiles de los vecinos usuarios.



Fig. 3. Situación de las actuaciones de naturalización en la Bda. Las Huertas : Forestación con Pino Carrasco (PC) y Limonero (L), unidades de depuración (C1 a C6) y zona de huertos (H).

3. RESULTADOS ESPERADOS

El porcentaje de captura de CO_2 previsto representa un **1,85 % del total emitido**. Unido a la captura, la **actuación como pantalla ante radiaciones** es especialmente importante en la franja de viviendas colindantes con las vías del tren. Así mismo, en el horizonte final del programa, se busca aplicar este concepto piloto en el barrio, para extenderlo a más barrios de forma que se generalice una reducción en los impactos negativos de las poblaciones, con una serie de actividades que propicien la transformación permanente del barrio.

La elevada densidad de población que presenta la barriada de las Huertas frente a la escasa disponibilidad de terreno para plantación, es una muestra de situación desfavorable de una barriada urbana. Destacar que ésta es una **actividad financiable en el Programa Clima del Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medioambiente** en el entorno del Protocolo de Kioto, que obliga a España y al resto de los países europeos a reducir su cuota de "CO_2 país". Convocatoria 2014 FES-CO_2, del MAGRAMA.

Las **labores de mantenimiento** que atañen a especies vegetales se referirán a tareas de poda y tratamiento fitosanitario que puedan necesitar anualmente. Los huertos urbanos serán mantenidos por los propios vecinos beneficiarios de los mismos.

4. INVERSIÓN INICIAL

Se cifra la propuesta realizada en los apartados anteriores, en la siguiente inversión inicial:

- **Reforestación para captura de CO_2,** consistente en la plantación de un total de 3.400 m^2 de Pino Carrasco, y 1.482 m^2 de Limoneros, de edad mediana ya instalados en el Barrio 8.250 €
- Parcelación para **instalación de huertos** de superficie 1 Ha. 6.800 €
- Construcción **pozo para riego** 1.800 €
- **Unidad Sanitaria Básica** para instalación en huertos sociales, con cuatro unidades de ducha y sanitarios y energía solar 6.250 €

TOTAL Presupuesto de Ejecución	**23.100 €**
GG + BI	4.390 €
IVA (21%)	5.772 €
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	**33.262 €**

PROPUESTA 7 INTEGRACIÓN DE SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE

1. INTRODUCCIÓN

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), son elementos que tienen como objetivo principal disminuir los impactos que la urbanización produce sobre la cantidad y calidad del agua de lluvia en las ciudades, **disminuyendo con ello los riesgos de inundación y mejorando la capacidad de recarga de los acuíferos**, además de producir beneficios en términos **paisajísticos y ambientales.**

Se pretende con estas actuaciones que, mediante procesos de **filtración, infiltración y reutilización** (aprovechamiento), las zonas urbanizadas se comporten de un modo más parecido a como se comportaba en su estado natural.

2. CONDICIONES DEL CONTEXTO

Actualmente, la escorrentía superficial media anual en Las Huertas, es de 12.498 m^3/año en las superficies impermeables (aceras y asfalto), y de 4.414 m^3/año en las cubiertas de los edificios, que sumadas al resto dan un total de **20.925 m^3/año de agua de lluvia que se desechan a través del alcantarillado.**

En relación a las características del suelo, los estudios realizados nos permiten saber que **tenemos un suelo adecuado para que se infiltren las aguas de lluvia,** gracias a una capa superficial permeable y de considerable espesor, y un nivel freático (agua subterránea) suficientemente profundo.

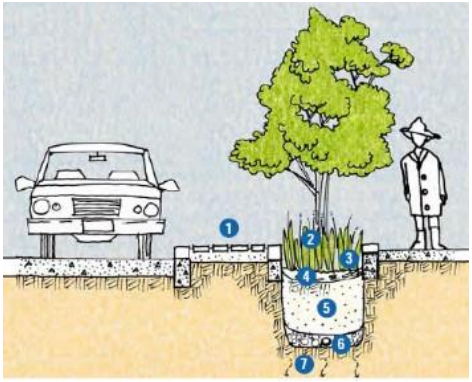
3. DEFINICIÓN DE LAS ACTUACIONES PROPUESTAS

Se ha primado el uso de sistemas de drenaje que faciliten la **infiltración**, como **son zanjas de infiltración o jardines de lluvia,** precedidos en el caso de zonas de aparcamiento y viarios de elementos que faciliten la **eliminación de contaminantes** como los **drenes filtrantes.** En las imágenes pueden verse ejemplos de la utilización de jardines de lluvia en varias zonas urbanas, tanto en el viario como en aparcamientos.









1. Acera o bordillo cortado para facilitar el paso de agua hacia la zona de biorretención
2. Vegetación muy resistente a la sequía y la inundación
3. Profundidad de almacenamiento superficial de agua
4. Acolchado de jardín (*mulching*)
5. Suelo adecuado para retener agua
6. Dren perforado si es necesario
7. Infiltración cuando sea posible

Fig. 1. **Jardines de lluvia.** *Fuente: San Francisco Storm Water Design Guidelines (SFPUC, 2010).*

4. RESULTADOS ESPERADOS

- **Reducción de la escorrentía promedio anual:** la incorporación de los sistemas propuestos generaría una reducción promedio del **46,59% del caudal de agua de escorrentía de lluvia** en la barriada, que supone un volumen de **7.879,31 m3/año**, que serían infiltrados gracias a la permeabilización de las superficies de la barriada.
- **Reducción de los caudales punta:** en el gráfico podemos ver el hidrograma de escorrentía para la barriada (caudal de agua a lo largo del tiempo) de una tormenta de una hora de duración, con un periodo de retorno de 10 años. Observamos que gracias a los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS) se produce una importante disminución tanto del pico de caudal máximo como del volumen total de agua de la escorrentía, que se reduciría en **668,41 m^3** en una tormenta de estas características.

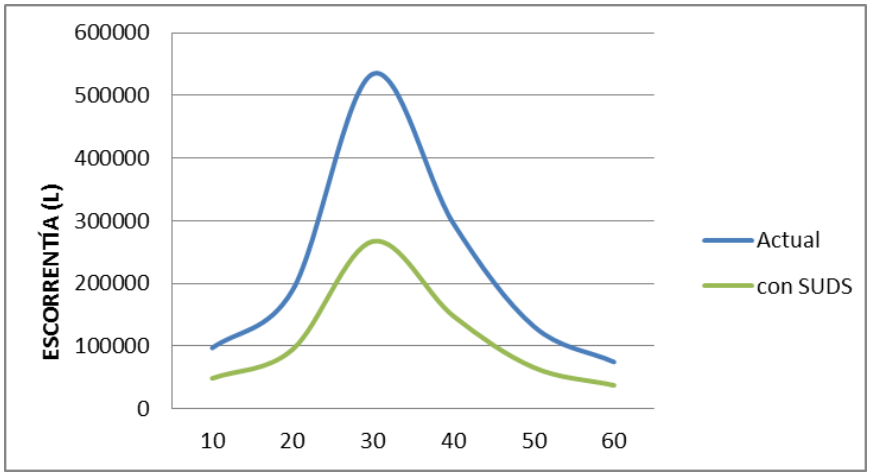


Fig. 2. **Hidrograma de escorrentía áreas impermeables de la barriada de las huertas**.
Fuente: Elaboración propia.

5. COSTES ASOCIADOS

Los costes aproximados para Sevilla de los elementos propuestos son: en las zanjas de infiltración de 22 €/m^2 o 1,5 €/m^2 supf. evacuada; y en los jardines de lluvia de 45€/m^2 o 2-4 €/m^2 supf. evacuada.

En conjunto, los sistemas propuestos están diseñados para tener una capacidad de infiltración de **668,41 m^3**, y un coste total de **70.525,84 €** (+ IVA), dando servicio un área de **6,78 Ha**. Esto supondría un coste en relación a la capacidad de reducción de escorrentía **105,51 €/m^3,** y en función a la superficie servida de **10.394, 37 €/Ha.**

Cabe señalar que está prevista la construcción de un **Tanque de Tormentas** en la barriada con un coste de **15,4 mill de euros** (+IVA) de presupuesto de licitación. La capacidad de este tanque al máximo nivel de explotación sería de **41.100 m^3**, y serviría a un área urbana de **231,3 Ha** (EMASESA, 2007). Es decir, el coste de en relación a su capacidad sería de **374,69 €/m^3**, y en función a la superficie servida de **66.956,51 €/Ha.**

Teniendo en consideración que existen diferencias de escala entre una intervención y otra, cabe señalar que, en relación con los tanques de tormenta, la repercusión económica de las medidas propuestas en nuestro estudio es unas **3,5 veces menor** en relación al **volumen** de escorrentía tratado, y hasta **6,4 veces menor** en relación a la **superficie servida;** además, los SUDS no requieren de **gastos energéticos** añadidos (bombeo del agua almacenada); proporcionan una importante **mejora de las condiciones ambientales y paisajísticas** del área intervenida, y pueden ser ejecutadas y mantenidas por **mano de obra local** no especializada.

El **mantenimiento** necesario será el propio de **zonas ajardinadas** con especies autóctonas, y dos veces al año habrán de realizarse trabajos específicos de supervisión y limpieza de los sustratos filtrantes.

PROPUESTA 8 MEJORA EN LA GESTIÓN EN LOS USOS NO DOMÉSTICOS DEL AGUA

1. INTRODUCCIÓN

Objetivo: reducir la demanda de agua en edificaciones y establecimientos con una demanda no vinculada a usos domésticos (bares, peluquerías, colegios, etc.).

Metodología: se ha realizado un trabajo de campo de detalle (recogida de información sobre hábitos y comportamientos en el uso del agua, reconocimiento de las instalaciones de agua del local y establecimiento de un inventario de consumos). El estudio tiene una orientación metodológica, apoyándose fundamentalmente en la considerable experiencia en este campo de la Fundación Ecología y Desarrollo (ECODES) de Zaragoza, en la que varios miembros del equipo AquaRiba han participado activamente.

Inventario de establecimientos (comercios, talleres, servicios públicos, centros de enseñanza) en la Barriada de Las Huertas:

Uso de establecimientos públicos	
Industrial	5 Establecimientos de restauración
	3 Centros sociales (peñas, vecinales…)
	9 Comercios
	2 Peluquerías
	2 Talleres
Oficial	1 Colegio de Educación Infantil y Primaria Baltasar Alcázar

Elaboración propia a partir de las distintas visitas de campo a la Barriada Las Huertas

Estructura de los tipos de uso de agua en Las Huertas.
Se establece en base a los datos obtenidos del trabajo realizado en el barrio, y a los datos medios para la ciudad de Sevilla. Los consumos medios mensuales en la barriada se establecerían en:

Tipo de uso	**Consumo (m^3/mes)**	**% sobre consumo total**
Doméstico	5.250	89,0
Industrial	525	8,9
Oficial (colegios)	90	1,5
Total urbano	5.902	100

Elaboración propia. Fuente EMASESA, 2013 y trabajo de campo.

2. Propuestas de actuación para los establecimientos estudiados.

El criterio fundamental de las actuaciones ha sido la reducción de la demanda de agua, con la consiguiente reducción de consumo energético. Esta reducción produce su correspondiente disminución de volúmenes evacuados, con las consiguientes economías para el sistema y para los clientes.
A continuación se detallan las actuaciones propuestas para cada uno de los diferentes tipos de establecimiento.

CENTRO ESCOLAR BALTASAR ALCÁZAR

Objetivos:

- Mantener las instalaciones, asegurando su correcto funcionamiento
- Contención en el gasto de agua
- Labores de sensibilización

Propuestas y actuaciones posibles	Ahorros posibles y resultados esperados
Instalación y/o sustitución de grifos temporizados con sistemas de reducción de caudal **(22 udades)**	- Grifo tradicional 10 l-min/ temporizados con aireador 6 l-min. **AHORRO DEL 40%**
Colocación en inodoros de mecanismos de descarga con doble pulsador**.(23 udades)**	El tradicional descarga 6 litros, mientras que el de doble descarga sólo **3 litros.**
Intensificación y planificación de las operaciones de mantenimiento.	- Hasta un **50% de disminución de consumo**

BARES Y CAFETERÍAS

Objetivos:

- Técnicas de ahorro de agua
- Instalación de sistemas de uso eficiente del agua que revierte en un ahorro económico

Propuestas y actuaciones posibles	Ahorros posibles y resultados esperados
Sistema de recirculación de agua (de erogación continua) en la máquina del café	- Ahorrando 100 ml por cada café. Si se consume una media de 50 cafés diarios el ahorro supera los 150 l de agua mensuales **(1800 l/año)**
Priorización del lavado con máquina frente al manual	Usar lavavajillas supone un ahorro medio del 80% de agua frente al lavado manual. **Con cada uso se ahorra 10 l como mínimo.**
Instalación de una máquina de producción de hielo refrigerada por aire	- Máquina de hielo tradicional gasta 700 l/ día para refrigerar. La máquina refrigerada por aire ahorra 4.900 l/semana→ **AHORRO 250 m^3 anuales**
Sistema de descarga de los urinarios, accionado mediante célula fotoeléctrica	- Impiden la descarga continuada y sólo se accionan con la presencia del usuario.
inodoros cuenten con sistemas de ahorro de agua basados en la interrupción de la descarga.	- Interrumpe la descarga, seleccionando una descarga completa establecida en unos 6 litros o la mitad de una descarga **3 litros.**
Luminarias eficientes, sistemas de detección de presencia, tratamiento de residuos (recogida de aceites usados, separación de diferentes fracciones, etc.)	- **Racionalización ambiental**

PELUQUERÍAS

Objetivo: Ahorrar en el consumo de agua y energía de los lavados y aclarados del cabello

Propuestas y actuaciones posibles	Ahorros posibles y resultados esperados
Colocar una válvula mezcladora a la salida del termo eléctrico	- Permite ajustar la temperatura de salida del agua de la válvula mezcladora.
Cerrar el grifo durante la aplicación de champús y otros productos y la utilización de la cantidad adecuada de agua para su correcto aclarado	Uso racional del consumo de agua
Instalación de rejillas antipelo en el desagüe	- Reducción de atascos y reducción de la carga contaminación del agua.



PROPUESTA 8b CONJUNTO DE MEDIDAS PARA LA MEJORA DE LA GESTIÓN DEL AGUA EN EL C.E.I.P. BALTASAR DE ALCÁZAR

1. SITUACIONES DE PARTIDA: CARACTERÍSTICAS DE LAS INSTALACIONES

En noviembre de 2014, el equipo de investigación del proyecto Aqua Riba realizó una vista de reconocimiento de las instalaciones de uso del agua en el Colegio Baltasar Alcázar. Como resultado de dicho estudio, se comprobó que la situación general era aceptable, pero que existían puntos de excesivo consumo que podían ser corregidos. Actualmente cuenta con dos edificios, cuyas labores de mantenimiento se encuentran a cargo del servicio de Mantenimiento de Edificios Municipales del Ayuntamiento de Sevilla. El centro dispone de diversos sistemas de ahorro de agua (grifos temporizados, fluxores, etc.) por lo que la instalación de fontanería se podría considerar bastante eficiente.

En cualquier caso, de las experiencias disponibles para este tipo de establecimientos se desprende que es posible reducir de una manera notable el consumo de agua, por medio de una labor conjunta de sensibilización de los usuarios y mejoras aún posibles en el sistema de fontanería.

Es importante que la dirección del centro plantee una renovación general de los elementos consumidores de agua en los que se podría mejorar la eficiencia y que todavía quedan por renovar, como serían algunos grifos que no cuentan con sistema de temporización, o los sistemas de descarga de los WC, en los que cabría incorporar doble pulsador. Para la sustitución se deben seguir los criterios de máxima eficiencia en el consumo de agua manteniendo un gasto moderado en materiales.

En relación a las características de los espacios libres del centro, encontramos dos situaciones diferenciadas. En el caso del centro de primaria, este espacio lo ocupan principalmente dos pistas deportivas de cemento pulido en las que se produce una insolación importante, existiendo tan sólo una zona arbolada y con sombra en uno de los laterales del centro. En el caso del centro de educación infantil, las zonas de recreo se encuentra en la parte delantera del edificio, con suelo de albero y prácticamente carentes de arbolado. En ambos casos, el perímetro de los recintos linda con las vías del AVE, situándose además junto al de primaria un centro de transformación de electricidad.

Resulta así mismo interesante señalar que la recogida de pluviales se realiza separativamente por bajantes situados en el perímetro del edificio, pero que desaguan en la red mixta de alcantarillado.

1.2. OBJETIVOS

El objetivo básico que el equipo de investigación le plantea al centro es el **mantenimiento adecuado de las instalaciones, asegurando su correcto funcionamiento y la contención en el gasto de agua**. La campaña debe estar reforzada por labores de sensibilización a través de los canales de comunicación interna con los alumnos. De esta manera se conseguirá una actuación integral desde el punto de vista educativo.

Esta acción de concienciación se debe completar con una actuación sobre las instalaciones de fontanería del centro, de forma que los alumnos pueden observar la aplicación directa de las recomendaciones recibidas. Conviene centrar las labores de fontanería en la **instalación y/o sustitución de grifos temporizados con sistemas de reducción de caudal, y en la colocación en los inodoros de mecanismos de descarga con doble pulsador.**

Asimismo, se plantea a una experiencia de demostración de las potencialidades de **limpieza y desincrustamiento de la red de tuberías del centro** severamente afectadas por procesos avanzados de obturación. Para ello se empleara la técnica desarrollado por el Grupo TAR, consistente en una dilución de agua oxigenada que, con un tiempo de actuación suficiente, permite limpiar la red de tuberías.

Se plantean además propuestas de actuación **vinculadas a los espacios libres** del centro, que persiguen incrementar la calidad ambiental de los mismos gracias. Para ello se proponen **mejoras de las condiciones del drenaje** y la incorporación de **nuevo arbolado**, que incremente tanto la protección de radiaciones solares, como otro tipo de afecciones vinculadas a la cercanía de infraestructuras como el AVE. También se considera la posibilidad de incorporar **huertos escolares**, siempre conscientes de los acuerdos e implicaciones que para la comunidad escolar supondrían.

1.3. MEDIDAS PARA EL AHORRO DE AGUA

El empleo de grifos con cierre temporizado en lugares con elevado número de usuarios (servicios, fuentes, etc.), evita que se queden grifos abiertos o se realicen acciones de tipo vandálico. Hay que tener en cuenta que un grifo tradicional abierto durante 10 minutos puede perder alrededor de 100 litros de agua. Además, mientras que un grifo tradicional alcanza fácilmente los 10 litros/minuto, los grifos con aireador aportan una media de 6 litros por minuto sin disminuir la calidad de servicio, es decir pueden suponer una reducción de hasta el 40% del consumo. Por otra parte, la instalación de mecanismos de descarga con doble pulsador permite escoger el volumen de descarga de la cisterna en función del uso realizado, llegando a ahorrar hasta un 60% de agua en un uso medio.

Hay ejemplos de colegios que han conseguido reducir de una manera notable su consumo de agua. Partiendo de una instalación que ya disponía de sistemas ahorradores, **algunos centros han conseguido disminuir en un 51% su consumo de agua mediante la intensificación y planificación de las operaciones de mantenimiento.** Existen experiencias de centros que han pasado de consumir una media de 22,6 litros de agua por alumno y día a 11 litros en el plazo de 1 o 2 años. El consumo actual representa sólo un 49% del que se alcanzaba con anterioridad a las actuaciones (FUNDACION ECOLOGIA Y DESARROLLO, 2001a, 2002a y 2002b).

Hay que tener en cuenta que el ahorro de agua efectivo de este sistema depende del correcto uso del mecanismo, por lo que se deben colocar adhesivos identificativos en cada cisterna que recuerdan su funcionamiento. Asimismo, el personal de mantenimiento del centro juega un importante papel en la reducción del consumo de agua, dado que un control efectivo de la instalación de fontanería permite la detección precoz de fugas y el subsanamiento de éstas antes de que puedan representar un problema.

Mantenimiento y conservación de las medidas establecidas.

El mantenimiento preventivo incluye, entre otras acciones, el desmontaje y limpieza periódica de los fluxores y sistemas temporizados de los grifos, elementos altamente sensibles a las altas concentraciones de sales en el agua existentes en algunas ciudades, lo que no es en general el caso del abastecimiento de Sevilla. De esta forma, se alarga notablemente la vida de estos elementos y se mantienen las instalaciones en el mejor estado posible, disminuyéndose en gran medida la incidencia de averías.

Costes y dificultades

La inversión inicial necesaria constituye uno de los principales inconvenientes para este tipo de actuaciones, por lo que en ocasiones hay que recurrir a una sustitución progresiva de los sistemas de fontanería.

A pesar de no existir problemas de vandalismo en el centro del presente caso de estudio, a la hora de la elección de productos se debe tener en cuenta aspectos de durabilidad y resistencia, que encarecen el producto, pero aseguran su conservación.

Los costes de los sistemas propuestos serían:

- Grifos temporizados 47 €/udad
- Doble pulsador WC 50,5 €/udad.

1.4. MEDIDAS PARA LA MEJORA AMBIENTAL DE ESPACIOS LIBRES.

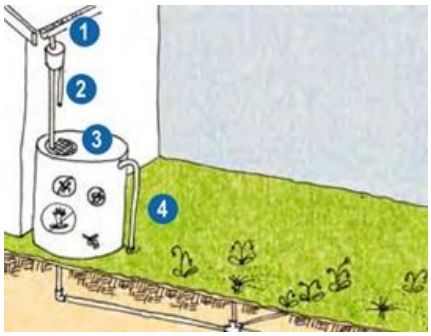
SISTEMAS DE DRENAJE URBANO SOSTENIBLE

Los Sistemas Urbanos de Drenaje Sostenible (SUDS), son elementos que tienen como objetivo principal disminuir los impactos que la urbanización produce sobre la cantidad y calidad del agua de lluvia en las ciudades, disminuyendo con ello los riesgos de inundación y mejorando la capacidad de recarga de los acuíferos, además de producir beneficios en términos paisajísticos y ambientales.

En el centro educativo de Las Huertas cabría implementar sistemas que recogieran las aguas pluviales de las cubiertas, con dos posibles destinos:

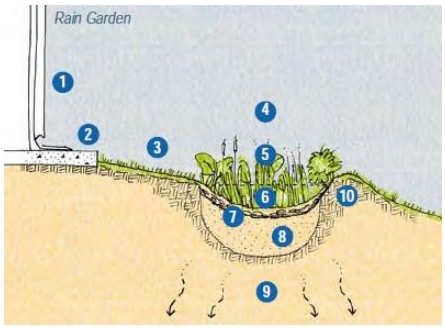
- Jardines de infiltración: elementos vegetados que, situados a una distancia suficiente de los edificios, permitan filtrar las aguas de lluvia y destinarlas a la recarga del acuífero.

- Sistemas de captación de pluviales: depósitos de almacenamiento del agua de lluvia que permiten destinar esta agua a usos menos exigentes como el riego de jardines.



1. Filtro en bajante
2. Separador de primeras aguas
3. Rejilla anti-insectos
4. Aliviadero

Fuente: San Francisco Storm Water Design Guidelines (SFPUC, 2010) a través de Perales, S. 2014.



1. Bajante de superficie impermeable
2. Bloque disipador de energía
3. Distancia mínima a edificio (más de 3m)
4. Ancho mínimo (más de 2m)
5. Vegetación muy resistente a la sequía y la inundación
6. Profundidad entre 15 y 30 cm
7. Acolchado (*mulching*)
8. Relleno con suelo autóctono
9. Infiltración al subsuelo
10. Berma

INCREMENTO DE LA VEGETACIÓN



Se propone una actuación de reforestación y revegetación con especies autóctonas capturadoras de CO_2 y con pocos requisitos de mantenimiento. Las pantallas vegetales protegerán así mismo de las radiaciones de las líneas eléctricas de ferrocarril cercanas, actuando como pantalla para minimizar ondas en circulación (sonoras o radiaciones electromagnéticas).

Para la captura de CO_2 se elige la plantación de Pino Carrasco a lo largo de la valla que separa el colegio de las vías del tren. Esta pantalla vegetal también actuará captando radiaciones sonoras y electromagnéticas. En las zonas interiores de los patios donde se ha detectado carencia de vegetación, se propone la plantación de Limoneros.

HUERTOS ESCOLARES

La realización y cuidado de un huerto escolar es una actividad interdisciplinar a través de la cual se pueden lograr numerosos objetivos curriculares y de educación medioambiental . El contacto directo con los seres vivos y su cuidado es una experiencia que fomenta la práctica del método científico en el aprendizaje y permite desarrollar las actitudes de respeto, aprecio y valoración de la naturaleza.



Aunque en casi todos los terrenos es posible generar mejoras que los hagan aptos para el cultivo de hortalizas, verduras y legumbres, en este caso podrían aplicarse las enmiendas específicas para hacer del espacio libre del colegio un lugar fértil y equilibrado.

Huertos escolares CEIP Huerta de Santa Marina (Sevilla)
Fuente: huertadesantamarina.bolgspot.com.

Costes y dificultades

El conjunto de medidas propuestas tendrían que ser estudiadas junto con la comunidad educativa para valorar la idoneidad de las mismas, su adaptación a las necesidades específicas del centro, así como la disponibilidad tanto de recursos humanos como materiales que pudieran existir para llevarlas a cabo y lograr un exitoso mantenimiento de su funcionamiento.

No obstante, se proporcionan costes aproximados que puedan ayudar a la valoración de estas medias:

- Sistemas de Drenaje Sostenible:
    - Jardines de infiltración 30 + 22,5 m^2 2811 €
    - Sistemas de captación: 120 €/ m^3

Los costes del sistema de captación dependen del volumen de agua que queramos almacenar. A estos costes hay que añadir la modificación de las instalaciones, que dependiendo de cada opción, tiene unos costes específicos.

- Incremento de la vegetación:
    - Pantalla vegetal de 260 m^2 y 20 árboles de limonero 775 €
- Huertos Escolares
    - Mejora de suelo de en una superficie de 265 m^2 350 €
    - Herramientas de horticultura 150 €

AQUA-RIBA

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

CASO DE ESTUDIO: BARRIADA DE "LAS HUERTAS". SEVILLA.

ANEXO 6.7.

DIMENSIÓN DE PARTICIPACIÓN SOCIAL ACTIVA
INFORME DE LAS FASE III. DEVOLUCIÓN A LOS DIFERENTES AGENTES IMPLICADOS

Ecotono S.Coop. And
Colectivo de educación para la participación (CRAC)

Sevilla, Marzo 2015

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

Índice

1. **Breve descripción del proyecto AQUA-RIBA y su dimensión social……3**
2. **Propuesta planteada y fases ejecutadas……..4**
3. **Acciones desarrolladas…….5**
4. **Resultados obtenidos……..…….14**
5. **Principales conclusiones……31**
6. **APÉNDICES……..32**

PROYECTO AQUA-RIBA:

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

Dimensión Participación social activa.
Incorporación del vecindario y otros agentes sociales en la toma de decisiones respecto a las medidas a adoptar.

---

1. BREVE DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

El proyecto AQUA-RIBA surge de la necesidad de incorporar, de una manera concreta y contextualizada, la Nueva Cultura del Agua en las políticas públicas de intervención sobre el patrimonio urbano de las ciudades andaluzas.

El **objetivo principal** de esta investigación es **definir una metodología de planificación y diseño arquitectónico y urbano para la integración de la gestión sostenible del ciclo del agua** en los espacios habitados en Andalucía.

Este objetivo general se desarrolla a través de **cuatro objetivos operativos**:

1. Profundizar en la especificidad de las relaciones Ciudad-Agua-Territorio en el contexto mediterráneo y especialmente en Andalucía.
2. Identificar y caracterizar aquellas problemáticas y aspectos más destacables de la gestión de ciclo del agua a los que se enfrentan los Programas de Rehabilitación y Renovación Urbana de la Consejería de Fomento y Vivienda.
3. Seleccionar las tecnologías más apropiadas para la materialización de estas estrategias en Andalucía.
4. Identificar y valorar los factores de carácter socio-económico e institucional que condicionan la formulación y aplicación de estas alternativas, estrategias y tecnologías.

El proceso al que se refiere el presente documento busca la incorporación del vecindario y otros agentes sociales clave en el proyecto, con la finalidad de que influyan en la toma de decisiones. Desde el equipo asociado al proyecto AQUA-RIBA se considera fundamental esta premisa para la consecución total de los objetivos específicos previstos.

El objetivo principal de la dimensión social del proyecto AQUA-RIBA es:

- Desarrollar estrategias para la incorporación del vecindario y otros agentes sociales clave en la priorización de medidas propuestas para la mejora de la gestión del ciclo urbano del agua.

Para ello se han propuesto la consecución de los siguientes objetivos parciales.

Fase I y II

- Facilitar que el vecindario participe del diagnóstico de su barriada: plantear las problemáticas, preocupaciones y aspectos a mejorar que considera más importantes.

Fase III[1]

- Facilitar que el vecindario y resto de agentes sociales conozcan alternativas para mejorar la gestión del agua en su barrio y mejorar la eficiencia del uso del agua en las viviendas.
- Facilitar que obtengan información detallada, contextualizada y comprensible de las alternativas posibles para el barrio, de modo que puedan plantear sus prioridades.
- Potenciar la adquisición de criterios para la valoración y priorización de las alternativas tecnológicas existentes, por parte del vecindario.
- Facilitar que el vecindario y resto de agentes sociales priorice dichas alternativas tecnológicas.

2. PROPUESTA PLANTEADA Y FASES EJECUTADAS.

El siguiente esquema ofrece un resumen de las acciones planteadas:

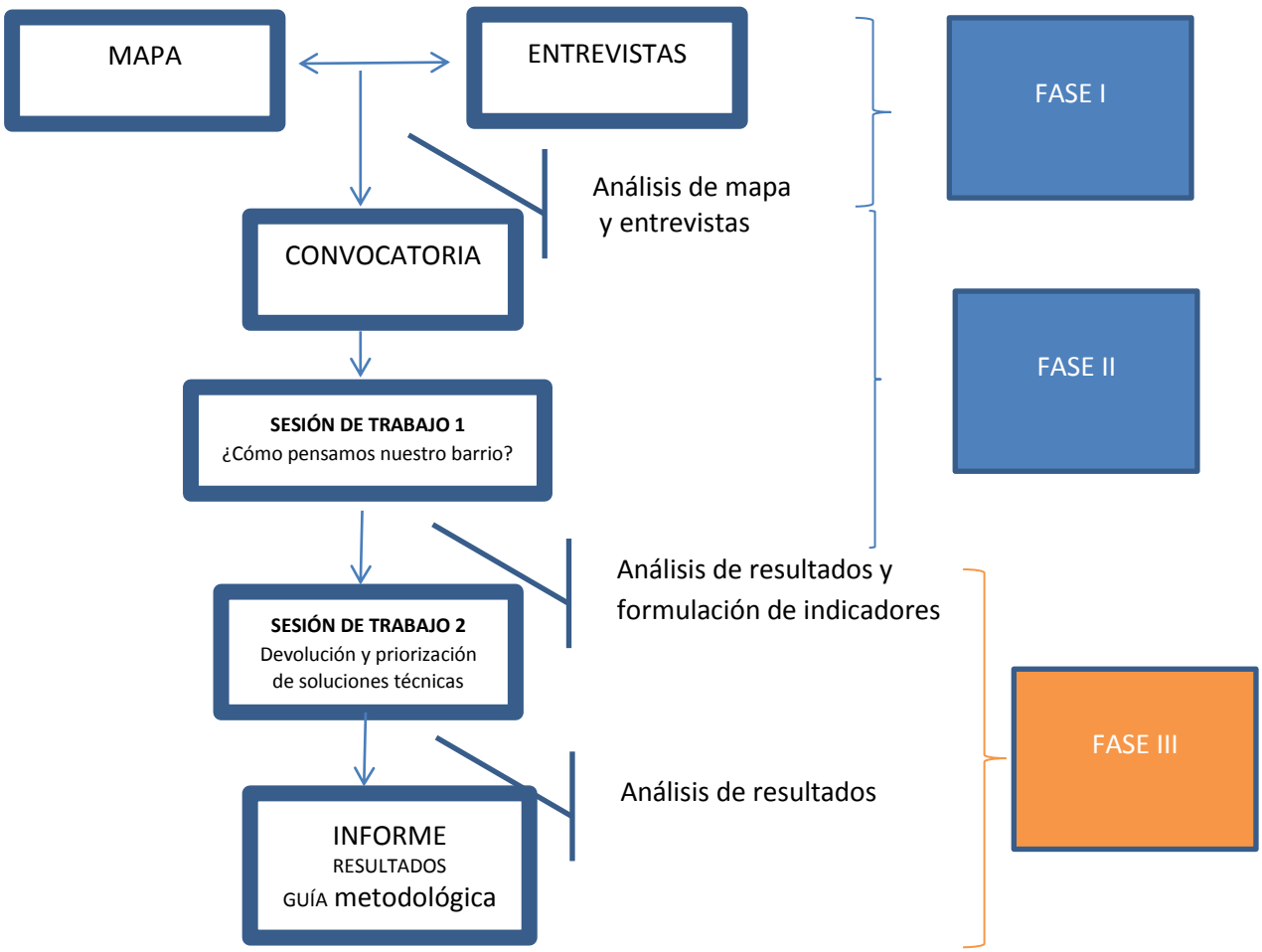


Figura1. Resumen del proceso de intervención para la incorporación de la dimensión social en el proyecto AQUA-RIBA.

Las fases I y II fueron descritas detalladamente en el informe anterior.

[1] Esta Fase III se completará con la elaboración de la guía metodológica.

En este informe se describen las acciones desarrolladas y resultados obtenidos en la fase III (devolución al vecindario de las propuestas planteadas y análisis de resultados) a falta de la elaboración de la guía metodológica global.

En todas las acciones desarrolladas el equipo ha estado compuesto por personas de perfil técnico y de perfil social.

3. ACCIONES DESARROLLADAS

Para la ejecución de esta fase se han realizado diferentes acciones:

- FASE III **SESIÓN DE TRABAJO 2**

(Devolución y priorización de soluciones técnicas) y análisis de resultados.

3.1 Descripción de las acciones:

El objetivo fundamental de esta fase ha sido la devolución al vecindario y otros agentes relacionados de las propuestas técnicas desarrolladas por el equipo técnico de la investigación con el fin de comprobar el grado de aceptación y adecuación de las mismas a las características y posibilidades del vecindario.

Para ello se ha realizado una secuencia de acciones consistentes en:

- Análisis conjunto de las propuestas de actuación por parte del equipo técnico- social y pre-selección de las propuestas a plantear.
- Traducción de las propuestas seleccionadas en un lenguaje comprensible para los agentes sociales.
- Convocatoria vecinal y de otros agentes implicados.[2]
- Sesiones de devolución al vecindario y otros agentes implicados.
    - Sesión de trabajo 2A.
    - Sesión de trabajo 2B.

En este apartado nos limitaremos a la descripción de las acciones desarrolladas, para ofrecer los resultados en el apartado siguiente.

3.1.1 Análisis conjunto de las propuestasde actuación por parte del equipo técnico - social y preselección de las propuestas a plantear.

Se mantuvo una reunión para desarrollar una pre-selección de las propuestas, y planificar esta fase. Las personas asistentes fueron: Leandro del Moral y Ángela Lara del equipo coordinador de la Universidad de Sevilla, Antonio Moreno del Equipo CRAC y Ana Jiménez de Ecotono S. Coop. And.

Los criterios principales que se tuvieron en cuenta para esta preselección fueron:

- Número asimilable de propuestas.
- Cálculos hechos, entendibles y reales.

[2] En la convocatoria a vecinos y comunidad escolar se incluyó en las cartas y carteles una botella de agua con una etiqueta en la que se utiliza la expresión “Agua de Las Huertas” (ver apéndice). Esta iniciativa suscitó algún debate por que pudiera transmitir una visión positiva del agua embotellada. El director facultativo del proyecto, Juan Manuel Garcia Blanco, insistió en esta crítica una vez que ya se había realizado la difusión. Hemos podido comprobar que el efecto causado no ha confirmado esos temores. En cualquier caso, el debate es razonable y en la actualidad nos decantaríamos por otra simbología menos conflictiva.

- Propuestas relevantes y significativas para el vecindario.

Se consensuó por el equipo la pertinencia de proponer dos sesiones de dos horas de duración para la devolución de las propuestas. Las propuestas se agruparon en función del contexto de aplicación: en el domicilio, en el bloque o en la barriada completa.

Estas quedaron distribuidas de la siguiente manera:

SESIÓN 2 A: Para trabajar las propuestas relacionadas con soluciones domésticas, y/ o relación domicilio-bloque.

SESIÓN 2 B: Para trabajar las propuestas con relación al domicilio- bloque y propuestas de la barriada.

3.1.2 Traducción de las propuestas seleccionadas.

De cada una de las propuestas pre-seleccionadas se hizo una traducción y síntesis de información para compartir con el vecindario y que se aportan en el APÉNDICE 1.

Para ello se tuvieron en cuenta las características de las personas destinatarias:
- Avanzada edad.
- Personas destinatarias generalistas respecto al conocimiento que podían tener sobre estos temas.
- Asistencia voluntaria a las sesiones.

De manera que las síntesis-traducciones debían cumplir:
- Información clara, ordenada y concreta.
- Homogenización de unidades de medidas.
- Traducción relevante de estas unidades de medida.

3.1.3 Convocatoria vecinal. (Campaña de comunicación)

Para la convocatoria vecinal se entablaron nuevamente reuniones con el vecindario y se elaboraron dos modelos de invitaciones:

- Invitación a las vecinas y vecinos, así como a las personas que gestionan establecimientos de la zona, peluquerías y bares y/o cafeterías, así como una empresa de distribución de elementos de fontanería y electricidad. APÉNDICE 2.

- Invitación al resto de agentes: integrantes del equipo directivo del CEIP Baltazar de Alcázar e integrantes del AMPA; Administrador de fincas; Administración pública (AVRA); etc. APÉNDICE 2.

También se elaboraron carteles que fueron colocados en todos y cada uno de los bloques de la barriada. APÉNDICE2.

Ambos elementos mantuvieron la misma imagen y lema “Agua de las Huertas” que se habían utilizado en las fases anteriores.

3.1.4 Sesiones de devolución al vecindario y otros agentes implicados.

Como se comenta con anterioridad se consideró conveniente no realizar sesiones demasiado extensas. Por esta razón se plantearon dos sesiones de trabajo:

- Una dirigida a vecinas y vecinos junto a personas que gestionan establecimientos de la zona, peluquerías y bares y/o cafeterías, así como una empresa de distribución de elementos de fontanería y electricidad. **Sesión de trabajo 2A.**

- Otra dirigida a estos últimos junto a representantes de AVRA, y del CEIP Baltazar de Alcázar y AMPA. **Sesión de trabajo 2B**.

Las razones principales fueron:

- Tiempo óptimo de reunión ya que consideramos que más de dos horas no resultaría eficaz.
- Incorporar a las personas responsables de AVRA y a las personas relacionadas con el CEIP Baltazar de Alcázar para aquellas propuestas que implicaran más directamente a los bloques y/o la barriada, y a equipamientos públicos, es decir en la segunda sesión de trabajo.

3.1.4.a. Sesión de trabajo 2A.

Día: 3 de marzo, de 19,00 a 21,00. Lugar: Local de la Asociación de Vecinos Félix Rodríguez de la Fuente.

A esta sesión acudieron principalmente integrantes de la AAVV Félix Rodríguez de la Fuente. Aunque también fueron invitadas las personas que gestionan establecimientos de la zona, peluquerías y bares y/o cafeterías, así como una empresa de distribución de elementos de fontanería y electricidad, no acudieron por diferentes razones, de salud y/o incompatibilidad de horarios, además de cinco miembros del equipo de investigación.

Los principales objetivos que nos planteamos fueron:

Compartir con las personas participantes una breve introducción al ciclo urbano del agua, que cumpliría dos objetivos: facilitar la comprensión de las propuestas y enmarcarlas en el contexto general en el que se sitúan, que aporta la importancia social de fondo al tema de la gestión del agua

- Analizar conjuntamente las propuestas realizadas por el equipo técnico referidas a medidas a desarrollar en el domicilio, y relación domicilio-bloque.

La secuencia metodológica consistió en:

Exposición dialogada sobre la importancia del agua en nuestras vidas y el ciclo urbano del agua. Para ello partimos de varias preguntas generadoras:

- **¿Para qué es importante el agua?**

- **¿De dónde viene el agua? ¿Cómo llega el agua a nuestros grifos?**

- **¿A dónde va? ¿Qué repercusiones tiene?, etc**

Posteriormente procedimos a analizar las propuestas:

- Medidas de ahorro de agua en el domicilio:
    - Añadiendo dispositivos: aireadores, reductores de caudal de ducha o botellas en la cisterna.
    - Sustituyendo dispositivos: Sustituir los grifos mezcladores por monomandos, poner grifos termostáticos en bañeras, rociadores en las alcachofas de las duchas y sustituir cisternas grandes por pequeñas.
- Energía solar para el ACS (agua caliente sanitaria) en duchas, lavabos, bidés, fregaderos, e incluso lavadora y lavavajillas.
- Modificación de las instalaciones de presión de los bloques.

La metodología de trabajo sobre las propuestas fue:

- Presentación de la propuesta técnica: Se distribuyó información traducida y simplificada sobre las propuestas a las personas asistentes. Personas del equipo social y técnico exponían la información.
- Turno de resolución de dudas.
- Valoración: Cada asistente tenía una tarjeta verde y otra roja, la verde la usaban si la consideraban una propuesta útil y aplicable, y la roja cuando no consideraban apropiada la propuesta.
- Exposición de razones y debate.

3.1.4.b. Sesión de trabajo 2B.

Día: 5 de marzo, de 19,00 a 21,00. Lugar: Local de la Asociación de Vecinos Félix Rodríguez de la Fuente.

A esta sesión acudieron vecinas y vecinos, representantes del CEIP Alcázar, integrantes del AMPA y responsables de AVRA, adem´s de seis componentes del equipo de investigación.

La metodología de trabajo para la valoración de las propuestas fue la misma que en la sesión anterior y las propuestas analizadas fueron:

- Reutilización de aguas grises
    - Sistemas compactos para cada bloque
    - Sistemas naturalizados por cada núcleo o para el barrio en conjunto
- Reducción de la demanda de agua para riego
    - Acolchado o mulching
    - Construcción de pozo
- Sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS)
- Aumento de la vegetación en la barriada
    - Pantallas vegetales y plantación de árboles
    - Huertos vecinales

4. RESULTADOS OBTENIDOS

En este apartado se describen los resultados obtenidos en las dos sesiones de devolución.

4.1 SESIÓN 2 A.

Exposición de propuestas y facilitación a cargo de Ana Jiménez y Antonio Moreno (Ecotono-Crac). Asisten:

- Vecinos/as AAVV Félix Rodríguez de la Fuente (12)
- Miembros del equipo Aqua-Riba (5)

4.1.1. Resultados obtenidos en la introducción al Ciclo Urbano del Agua:

Introducción al Ciclo Urbano del Agua

- *¿Nos imaginamos un día sin agua?*

  El vecindario responde de manera unánime *"el agua es vida"*. Este argumento se concreta en alusiones a los distintos usos del agua tanto en la vivienda (higiene personal, limpieza, comida…), como en los usos productivos (agricultura).

- *¿De dónde viene el agua?*

  Existe cierto conocimiento sobre los pantanos que surten los diferentes sistemas de la provincia de Sevilla (La Minilla, Huesna, etc). Se definen los diferentes pasos del proceso de potabilización del agua. Queda aclarado que el agua del que nos abastecemos procede en última instancia de los ríos, y a ellos vuelve tras su uso.

- *¿Para qué usamos el agua?*

  Se comentan los diferentes usos del agua, y las diferentes calidades que podrían ser necesarias para cada uso. Enrique menciona la existencia hace unas décadas de una doble red en la ciudad de Sevilla, una filtrada de menor calidad y otra de mayor calidad para beber.

- *¿Qué pasa con el agua después de que la usamos?*

  Se comentan los procesos de depuración de aguas urbanas en EDAR, así como la problemática de las pluviales, destacando los problemas de contaminación derivados de descargas puntuales. Se habla de la necesidad de generar conciencia en relación al agua, especialmente en relación a los vertidos de aceites etc. a través del saneamiento.

4.1.2. Resultados obtenidos respecto a las propuestas técnicas

Los resultados obtenidos en esta primera sesión de trabajo se recogen en la tabla 1:

Medidas propuestas/ valoración		VERDES	ROJAS
Medidas de ahorro de agua en el domicilio	Añadir dispositivos	11	0
	Sustituir dispositivos	2	9
Instalación Energía Termosolar		2	9
Modificación instalaciones de presión		7	3

Tabla 1. Valoraciones de las personas asistentes a las propuestas expuestas en la primera sesión de trabajo. Sesión 2A[3].

[3] En algunas de las propuestas hubo alguna persona que no valoró, de ahí que el total unas veces sume 10 y otras veces 11.

Medidas de ahorro de agua en el domicilio:

Añadir dispositivos

VERDES	ROJAS
11	0

Estas medidas fueron valoradas positivamente por unanimidad. Valoran positivamente la relación coste - inversión/ahorro. Varias de las personas participantes tienen estas medidas integradas en sus domicilios.

Sustituir dispositivos

VERDES	ROJAS
2	9

Algunas de las medidas propuestas ya están implementadas en las viviendas. 5 de las 11 personas participantes ya tienen incorporado el rociador en sus grifos. 2 personas sustituyeron la cisterna por una de menor tamaño, y ninguna tenía instalados grifos termostáticos.

Aun así la valoración no fue muy positiva argumentando el elevado coste y la escasa posibilidad económica de la mayoría de las familias de la barriada. Por otro lado, aludían a la elevada edad media de las personas de la barriada, que hace que se considere menos interesante cualquier medida que suponga una inversión.

Instalación de energía termosolar:

VERDES	ROJAS
2	9

Consideran que puede ser una opción interesante pero no en su barriada. Argumentan el largo periodo de amortización. Si bien se reconoce la revalorización de las viviendas que estas instalaciones supondrían, también plantean el hecho de que en el 50% de las viviendas la propiedad es de la Junta de Andalucía.

Modificación de las instalaciones de presión:

VERDES	ROJAS
7	3

Esta propuesta fue más difícil de entender, principalmente la relación entre la disminución de la presión y el ahorro en energía eléctrica. De hecho, varias personas plantean que ya tienen dispositivos en los grifos para que el agua salga con menos presión.

Aun así, finalmente se generó un alto grado de aceptación. Plantearon varios aspectos:

- Con la presión de la calle llegaría hasta la tercera planta (lo que supondría mayor ahorro del planteado).
- El descenso de presión para la activación del termo se soluciona con un dispositivo (“anillo”) colocado en el termo.
- La opción plantea el problema de que si se corta el agua las primeras plantas no tendrían siquiera acceso al agua del depósito (circunstancia solucionable con un by pass que conectase eventualmente el depósito con las primeras plantas).

4.2. SESIÓN 2B

Exposición de propuestas y facilitación a cargo de Antonio Moreno (Crac) y Ángela Lara (equipo Aqua-Riba)

Asisten:

Vecinos/as AAVV Félix Rodríguez de la Fuente (7)

Representante del CEIP Baltazar Alcázar (1)

Integrante del AMPA (1)

Representantes de AVRA (2)

Miembros del equipo Aqua-Riba (6)

En esta segunda reunión se presentaron las propuestas con una mayor repercusión en la escala de 'núcleos' (edificios enteros) y del conjunto de la barriada, lo que aconsejaba la presencia y participación, además de las vecinas y vecinos, de los mencionados agentes sociales.

Los resultados obtenidos en esta segunda sesión de trabajo se recogen en la tabla 2.

Medidas propuestas/ valoración		VERDES	ROJAS
Reutilización de aguas grises	Sistemas compactos por bloques	4 (2V+2A)	7(5V+2C)
	Sistemas naturalizados por núcleos o la barriada entera	8 (2V+2C+2A)	2 (2V)
Reducción del agua de riego	Mulching	8 (4V+2C+2ª)	3 (V)
	Pozo nuevo	1 (V)	10 (6V+2C+2A)
	Pozo ya existente	11(7V +2C+2A)	0
Mejora del drenaje urbano	Jardines de lluvia	11(7V +2C+2A)	0
Aumento vegetación de la barriada	Pantallas Vegetales	11(7V +2C+2A)	0
	Huertos vecinales	11(7V +2C+2A)	0

Tabla 2. Valoraciones de las personas asistentes a las propuestas expuestas en la segunda sesión de trabajo. Sesión 2B[4].

REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES:

Se presentaron dos alternativas, la primera, sistema compactos para cada bloque y la segunda sistemas naturalizados para cada núcleo o para el barrio en conjunto. Los elementos más destacados del debate sobre esta alternativa fueron los siguientes:

- Petición de aclaración sobre inversiones necesarias en cada caso. Este tema, como en la reunión anterior, se manifestó como una de las preocupaciones fundamentales por parte del vecindario. Se reitera el argumento de las dificultades económicas, la avanzada edad media del vecindario y la falta de titularidad sobre la propiedad de las viviendas. Se pone de manifiesto desde este momento la dificultad de visualizar que algunas

[4] V= vecindario, C= CEIP Baltazar Alcázar, A=representantes de AVRA.

propuestas, en este caso la segunda de las alternativas, tienen un retorno positivo desde el primer momento: los ahorros permiten afrontar los costes de la amortización y dar un saldo positivo desde el primer mes.

- Manuel López Peña explica que el ahorro que las medidas proporcionan sería mayor del que se presenta si se tuviera en cuenta el incremento del precio del agua y de la energía a lo largo del tiempo, variable que no ha sido considerada en los cálculos. Una vecina intervine contestándole que ese aumento también afectaría a los consumos que se seguirían haciendo.
- Un vecino explica el paralelismo de la propuesta con la situación de doble red (aguas potables y aguas filtradas) que existía en Sevilla hace décadas.

Sistemas compactos por bloques

VERDES	ROJAS
4 (2V+2A)	7(5V+2C)

Sistemas naturalizados por núcleos o la barriada entera

VERDES	ROJAS
8 (2V+2C+2A)	2 (2V)

Una de las vecinas argumenta en contra de los sistemas naturalizados, exponiendo la dificultad de poner de acuerdo al vecindario de un núcleo o toda la barriada frente a un solo bloque.

REDUCCIÓN DEL AGUA DE RIEGO:

En el turno de aclaraciones surge la idea, aportada por un vecino, de utilizar un pozo ya existente actualmente clausurado. La representante del AVRA plantea que hasta qué punto ese pozo sería suficiente para aportar el agua que se necesita. El vecino asegura que con toda seguridad sería suficiente. El moderador propone incluir esta posibilidad como una alternativa más.

Las representantes del colegio y de la AMPA plantean que las diferentes propuestas (acolchado, pozos, etc.) deberían ser complementarias, obteniendo respuesta afirmativa por parte del equipo de investigación.

Muilching

VERDES	ROJAS
8 (4V+2C+2A)	3 (V)

Pozo nuevo

VERDES	ROJAS
1 (V)	10 (6V+2C+2A)

Pozo ya existente

VERDES	ROJAS
11(7V +2C+2A)	0

MEJORA DEL DRENAJE URBANO (SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE):

En el turno de aclaraciones destaca la expresión de pena, por parte de una vecina, por la pérdida de tan gran cantidad de agua de lluvia ("8 piscinas olímpicas cada año de lluvia media"), como se ha explicado por parte de Ángela Lara.

Al contrastarse los costes de los jardines de lluvia (80.000 €) con los del propuesto tanque de tormentas (15.000.000 €) ya se manifiesta la defensa de esta alternativa por parte de algunos vecinos, miembros de la Junta directiva de la Asociación de Vecinos ("el tanque lo paga el Ayuntamiento"), que además piensan que el tanque serviría de reserva de agua para el riego de los jardines del barrio ("no estaría siempre vacío"). MLP explica que la captación de contaminación (aceites, neumáticos, etc.) por el tanque no permitiría esa solución Los vecinos también defienden la alternativa "tanque" con el argumento de que el proyecto conllevaría el acondicionamiento de la superficie como aparcamiento y plaza ajardinada, además de que el vaciado del tanque facilitaría la limpieza de las alcantarillas, evitando malos olores.

Jardines de lluvia

VERDES	ROJAS
11(7V +2C+2A)	0

Tras la valoración se reabre la discusión sobre el tanque. Los vecinos insisten en el apoyo del barrio y señalan que la propiedad del terreno es del AVRA. Recuerdan la reunión que tuvieron con técnicos de EMASESA en donde se les informó que el AVRA ya lo había aprobado. La situación actual de paralización se debería a la falta de subvenciones europeas y a inoperatividad política.

VEGETACIÓN DE LA BARRIADA

Los directivos de la Asociación aseguran que existe una indudable sobremortalidad por cáncer entre los habitantes de las viviendas situadas en la fachada de los edificios orientada a las vías del tren.

Julián Lebrato explica algunas medidas, además de la vegetación, que es eficaz contra ruidos y vibraciones pero no totalmente contra radiaciones electromagnéticas. Se compromete a hacer mediciones tanto en el colegio (entorno del transformador situado junta al mismo) como en el borde de la barriada que linda con el tendido ferroviario.

Mejora en la vegetación de la barriada

VERDES	ROJAS
11(7V +2C+2A)	0

HUERTOS ESCOLARES Y URBANOS

En el turno de aclaraciones surge un animado intercambio en el que se aprecia el fuerte apoyo que tiene esta idea, en la que se ven grandes ventajas sociales (cohesión vecinal, integración de personas jubiladas y jóvenes, etc.). Se informa de que la Asociación ya ha hecho varias solicitudes de huertos que no se han concedido. Se tiene identificada una superficie en el borde noreste del barrio de unas 3 Has. de propiedad municipal que sería muy apropiado. Se denuncia un proyecto de infraestructura viaria nunca realizado como excusa de la administración para no activar la propuesta.

Un vecino manifiesta que, como ya dijo en la reunión anterior, la ilusión y la buena voluntad del equipo investigador merecerían otra suerte y un auditorio más amplio. Que todo lo propuesto es "un cuento de hadas" que no se corresponde con el nivel de postración del barrio. Esta intervención da lugar a un intenso debate sobre el valor de la reivindicación vecinal, y la constancia de la lucha. Se pone como ejemplo de logro el proyecto, en estos momentos en ejecución, de rehabilitación de cubiertas que viene a satisfacer una larga reivindicación de los vecinos, afectados por goteras.

Huertos escolar y urbano

VERDES	ROJAS
11(7V +2C+2A)	0

FINALIZACIÓN DE LA SESIÓN:

Para finalizar se propuso un coloquio general, abierto a cualquier aclaración o propuesta que los asistentes quieran hacer.

Varios vecinos insisten en la idea de la situación de pobreza y extrema necesidad de buena parte del vecindario del barrio (reparto de comida por parte de organizaciones asistenciales, impagos de luz, agua, comunidad…).

Julián Lebrato explica la función del proyecto de investigación como herramienta que proporciona información y criterios al vecindario para sus reivindicaciones.

Manuel López Peña trata de nuevo de explicar el interés de aquellas propuestas con unos niveles de ahorro que permiten amortizar la inversión dejando desde un primer momento un saldo positivo a las vecinas y vecinos. Los vecinos insisten en que las medidas que supongan inversiones no son viables.

Se renueva el debate sobre la necesidad de organización, movilización y presión para conseguir las reivindicaciones. Se retoman también los comentarios positivos sobre la dimensión de convivencia e integración de gente joven que tendrían los huertos vecinales.

Antonio Moreno cierra la sesión haciendo una síntesis en la que destaca la cohesión vecinal como factor clave en la posibilidad del conjunto de las propuestas, los datos e informaciones nuevos que han aparecido durante la reunión y el carácter de "propuesta estrella" de los huertos. Acaba subrayando que el objetivo fundamental de todo el proyecto es generar ilusión y energía vecinal en la barriada.

5. PRINCIPALES CONCLUSIONES

El vecindario y resto de agentes sociales clave agradece y destaca la información proporcionada, así como reconocen la necesidad de que se sensibilice al vecindario sobre estos temas.

Los vecinos reconocen tener desconocimiento sobre diferentes temas, incluida la comprensión de la factura del agua. Un integrante del equipo se ha ofrecido a organizar un taller para facilitar la comprensión de la factura.

Las propuestas que implican baja inversión por parte del vecindario y ahorros en el consumo de agua son bien acogidas.

Las propuestas que (sin suponer una inversión por parte del vecindario) revierten en una mejora en la gestión del ciclo urbano del agua, y que revierten positivamente en la calidad de los espacios públicos también son recibidas con entusiasmo por el vecindario.

Las propuestas asociadas a elevadas inversiones y de largo periodo de amortización no se consideran apropiadas debido a:

- Elevada media de edad en la población.
- Situación económica precaria en un importante porcentaje de la población de la barriada.
- Se considera que todo lo que implique un gasto genera exclusión en un sector de la población.
- La sensación de desatención por parte de las administraciones públicas (especialmente AVRA) percibida por el vecindario.
- Falta de sentimiento de propiedad, ya que las personas que continúan en régimen de alquiler no consideran apropiado hacer una inversión en un inmueble “propiedad” de AVRA.

Las propuestas asociadas a una mayor implicación vecinal son recogidas con entusiasmo, pero reconocen la necesidad de fortalecer la estructura social en la barriada, sobre todo en lo que respecta a la incorporación de las personas jóvenes.

Algo que parece una obviedad pero que sería muy interesante a tener en cuenta. Las propuestas que no responden a las características sociales y económicas de la barriada no disfrutan de la aceptación del vecindario. La aceptación del vecindario es fundamental ya que de ellos depende en última instancia que las propuestas se implementen (en un supuesto real) y/o que se mantengan en el tiempo.

APÉNDICE 1.

TRADUCCIÓN Y SÍNTESIS DE LAS PROPUESTAS APORTADAS AL VECINDARIO

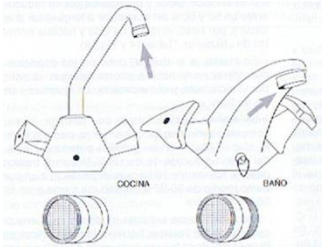
APÉNDICE 1.A. PROPUESTAS PRIMERA SESIÓN.

Medidas propuestas	
Medidas de ahorro de agua domésticos	Añadir dispositivos
	Sustituir dispositivos
Instalación Energía Termosolar	
Reducción de la presión	

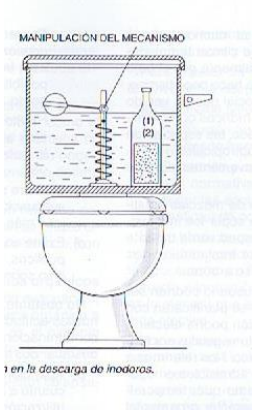
OPCIÓN 1: AÑADIR DISPOSITIVOS DE AHORRO

Añadir aireadores en todos los grifos, reductor de caudal en la ducha y sistema de desplazamiento (botella) en la cisterna:

COSTES Y AHORROS AÑADIENDO ELEMENTOS			
TIPOS DE VIVIENDA	AHORROS	COSTES	PLAZO DE AMORTIZACIÓN CON MÍNIMA INTERVENCIÓN
(Nº HABITANTES Y Nº BAÑOS)	**(€/viv.año)**	**(€)**	**(Año)**
1 PERSONA Y 1 BAÑO	**35,01 €**	34,70 €	**0,99**
2 PERSONAS Y 1 BAÑO	**65,12 €**	34,70 €	**0,53**
3 PERSONAS Y 1 BAÑO	**90,72 €**	34,70 €	**0,38**
4 PERSONAS Y 1 BAÑO	**112,47 €**	34,70 €	**0,31**
5 PERSONAS Y 2 BAÑOS	**140,59 €**	45,40 €	**0,32**
6 PERSONAS Y 2 BAÑOS	**168,71 €**	45,40 €	**0,27**



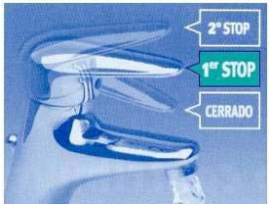




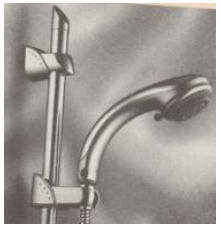
OPCIÓN 2: SUSTITUIR ELEMENTOS

Sustituir los grifos mezcladores por monomandos, poner grifos termostáticos en bañeras, rociadores en las alcachofas de las duchas y sustituir la cisternas grandes por pequeñas.

COSTES Y AHORROS SUSTITUYENDO ELEMENTOS			
TIPOS DE VIVIENDA	**AHORROS**	**COSTES**	**AMORTIZACIÓN**
(Nº HABITANTES Y Nº BAÑOS)	**(€/viv.año)**	**(€)**	**(Año)**
1 PERSONA Y 1 BAÑO	**46,01 €**	540,20 €	**11,74**
2 PERSONAS Y 1 BAÑO	**83,66 €**	540,20 €	**6,46**
3 PERSONAS Y 1 BAÑO	**116,55 €**	540,20 €	**4,63**
4 PERSONAS Y 1 BAÑO	**144,49 €**	540,20 €	**3,74**
5 PERSONAS Y 2 BAÑOS	**180,61 €**	743,45 €	**4,12**
6 PERSONAS Y 2 BAÑOS	**216,73 €**	743,45 €	**3,43**







ENERGÍA SOLAR PARA OBTENCIÓN DE AGUA CALIENTE SANITARIA EN VIVIENDAS

Baños, duchas, lavabos, bides, etc,..Fregaderos, ¿Lavadora y Lavavajillas?

CON 18 PANELES SOLARES SE CUBRIRÍA EL 70% DE ENERGÍA NECESARIA PARA CALENTAR AGUA. Haría falta apoyo desde octubre a mediados de marzo aprox.

PROPUESTA: 18 PANELES+DEPOSITO DE 2600 LITYROS APROX+CISTERNAS EN CADA CASA PARA ACUMULAR EL AGUA CALIENTE*:

TOTAL (IVA incluido)				**44.773,07 €**
Por vivienda (40 vv)				1.119,33 €
Por Habitante (108) *				**414,57 €**
Coste Mantenimiento Anual	Ud	1	1.870,00 €	1.870,00 €
Por habitante				**17,31 €**

Cada habitante del bloque pasaría de consumir **445** kWh a **130** kWh al año en energía para calentar agua.

Los ahorros que se obtienen dependen del número de habitantes por vivienda, van desde **22,72 €** al año para **1** habitante hasta **138,17 €** al año para una vivienda con **6** habitantes.

Para financiarlo suponemos un **préstamo a 10 años**, y una ayuda de la Junta del 40% (aunque puede ser de hasta el 80%)

Cada vivienda tiene que pagar 7 euros al mes durante 10 años.+ 4euros mantenimiento=11 euros.

Se ahorraría 1,89/1,92 € mensuales de la energía necesaria para calentar el agua por habitante para una vivienda media 5 euros al mes.

Supone un **sobrecoste de 6 euros** por vivienda y mes **durante 10 años**, y a partir de aquí un ahorro de 5 euros-4 de mantenimiento mensuales. 1 euro al mes de ahorro de la vivienda media.

La casa podría subir de valor.

Si fuera posible se podría contratar menor potencia (agua caliente para lavavajillas o lavadora), esto supondría unos **8** euros al mes, unos **97** euros al año. En la época de sobrecoste 2 euros y después 9 euros al mes por vivienda.

PROPUESTA REDUCCIÓN DE PRESIÓN

Se plantea desconectar de la bomba las dos primeras plantas (con lo que se reduce la electricidad necesaria)

Hay que invertir unos **880** €/bloque.

Se ahorra por bloque unos 350 euros al año /bloque

En tres años estaría cubierta la inversión y se comenzaría a ahorrar estos 350 euros/año.

APÉNDICE 1.B. PROPUESTAS SEGUNDA SESIÓN.

Medidas propuestas	
Reutilización de aguas grises	**Sistemas compactos por bloques**
	Sistemas naturalizados por núcleos o la barriada entera
Reducción del agua de riego	**Mulching o acolchado**
	Pozo nuevo
	Pozo ya existente
Mejora del drenaje urbano	**Jardines de lluvia**
Aumento vegetación de la barriada	**Pantallas Vegetales**
	Huertos vecinales

REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES

El **sistema de reutilización de aguas grises propuesto** plantea la recuperación de las **aguas procedentes de duchas y lavadoras** para, una vez tratadas y desinfectadas adecuadamente, destinarlas a usos menos exigentes, como **inodoros y riego.** Con ello ahorraríamos unos 75 litros por vivienda al día, que vienen a ser unos 90 €/año. Existen **dos posibilidades** para poner en marcha el sistema:

SISTEMAS COMPACTOS PARA CADA BLOQUE



- **Costes de la inversión inicial :** 38.000 € (1.150 €/vivienda)
- **Costes funcionamiento y mantenimiento:** 200 €/mes.

Pidiendo un préstamo a 10 años al 6% de interés, y con una subvención del 40%, nos saldría **a pagar 3,53 €/mes** por vivienda los 10 primeros años.

Una vez pagado el préstamos, nos **ahorraríamos 2,65 €/mes.**

TARIFA MENSUAL POR VIVIENDA CON SISTEMA	
Tarifa mensual por vecino	€/mes
Ahorro mensual por vivienda	- 7,65 €
Cuota mensual préstamos por vivienda	6,18 €
Mantenimiento	5,00 €
Total a pagar al mes por vivienda	**3,53 €**

SISTEMAS NATURALIZADOS POR CADA NÚCLEO O PARA EL BARRIO EN CONJUNTO



Consisten en una **depuración mediante sistemas naturales** perfectamente integrados en los propios jardines comunitarios. Se trata de canales rellenos de piedra debidamente organizada y sembrados de plantas, a través de los cuales el agua gris circulará por debajo de la superficie (sin que se vea).

Coste de la inversión inicial total : 72.450 € (485 €/vivienda).
Costes de mantenimiento : Por núcleo: 250 €/mes

Pidiendo también un préstamo a 10 años al 6% de interés, esta vez **sin subvención**, tendríamos un **ahorro mensual de 1,15 €/mes** por vivienda los 10 primeros años, que tras pagar el préstamos, sería de **6,15 €/mes por vivienda**.

TARIFA POR VIVIENDA CON SISTEMA NATURAL	
Tarifa mensual por vecino	€/mes
Ahorro mensual por vivienda	- 7,65 €
Cuota mensual préstamos por vivienda	5 €
Mantenimiento	1,5 €
Total ahorro al mes por vivienda	**- 1.15 €**

REDUCCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA PARA RIEGO

Podemos afirmar que el barrio de Las Huertas es una zona de la ciudad **bien dotada en cuanto a zonas verdes.** La superficie total es de **zonas verdes es de 4.672 m^2**, con una demanda de unos **1.500 m^3/año** de agua para riego (algo más de media piscina olímpica).

Los parques de gestión municipal y algunos jardines se riegan con agua de pozo, pero una parte de los jardines se riega con agua de la red general. A pesar de los **buenos hábitos de riego** que se observan por el vecindario, el consumo de agua puede representar unos **290 m^3/año**, lo cual aproximadamente supone unos **500 €/año** de coste económico en toda la barriada.

Para reducir este gasto de agua la red general tenemos **dos opciones**:

ACOLCHADO O MULCHING



Con corteza de pino de 10 cm de espesor en el 30% de la superficie de jardines que se riegan de la red. Con ello se pretende **reducir a la mitad la demanda de agua en los jardines** gracias a la conservación de la humedad del suelo. Si son los vecinos quienes colocan el acolchado, el precio es de:

Acolchado con corteza de pino
30% superficie de jardín_____3,5 €/m^2_____**1.963 € (+IVA)**

Coste por bloque: 151 € (+IVA).

CONSTRUCCIÓN DE POZO



La realización de un sondeo de 20m de profundidad, bomba sumergida y arqueta de registro tiene un coste aproximado de **1.800 € (+IVA)**, sin caseta ni contador.

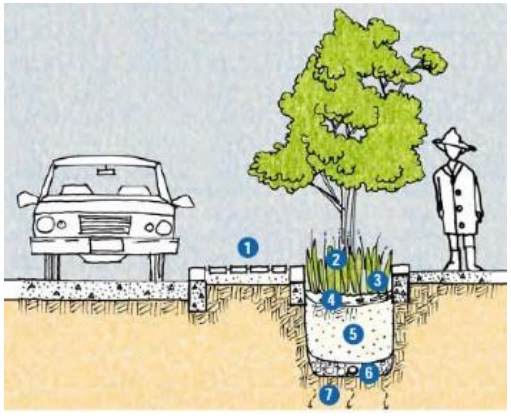
Habría que pensar si sería necesario un pozo o más de uno.

AHORROS DE AGUA POSIBLES	Con riego	Acolchado	Pozo
Consumo medio Bloque (m^3/trimestre)	7 m^3	3,8 m^3	1,50 m^3
Coste medio factura Bloque (€/trimestre)	34,36 €	28,82 €	24,74 €
Potencial ahorro por Bloque (€/trimestre)		5,54 €	9,62 €
Potencial ahorro Bloque (€/año)		**22,15 €**	**38,48 €**
Potencial ahorro Barrio* (€/año)		**288,00 €**	**500,21 €**

MEJORA DEL DRENAJE URBANO

Actualmente, de los **36.700 m^3/año** agua de lluvia que cae sobre Las Huertas, unos **21.000 m^3/año** (unas 8 piscinas olímpicas) **se desechan a través del alcantarillado,** teniendo posteriormente que ser bombeado y depurado para devolverlo al río. Sin embargo, hemos estudiado el suelo de Las Huertas y permitiría **infiltrar más agua al acuífero**.

JARDINES DE LLUVIA

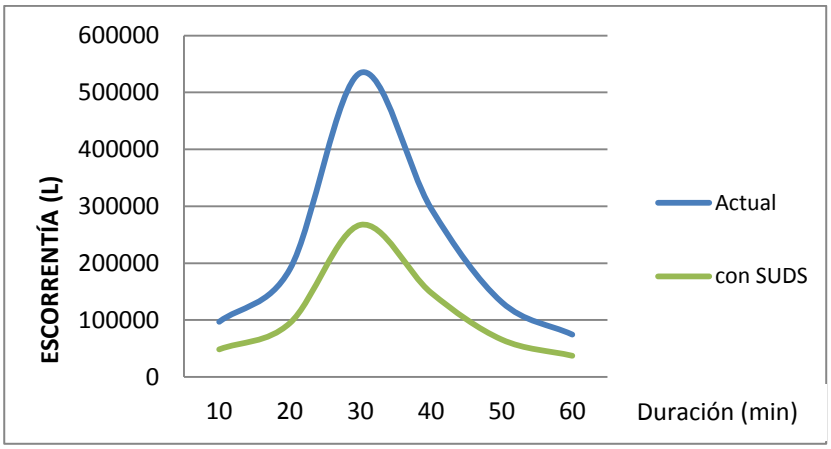


Podemos poner jardines de infiltración en Las Huertas:

- En las plazas traseras.
- En los arriates de los aparcamientos
- Junto a la acera de la Avenida 28 de Febrero.
- Otros espacios vacíos del barrio.

Podríamos conseguir una reducción de la escorrentía promedio del **46 %**, es decir unos **8.000 m3/año** (algo más de 3 piscinas olímpicas), que se quedarían almacenados en el suelo.

También reduciríamos mucho el caudal punta que se produciría en una tormenta, evitando **inundaciones.**



Costes asociados:

- Jardines de lluvia para todas Las Huertas _____**78.225 €** (+IVA)

Como el barrio tiene 6,8 Ha, habría que gastar **11.500 €/Ha.**

Comparación con Tanque de Tormentas:

- Coste del tanque_____**15.400.000 €** (+IVA)

El tanque sirve a una superficie de 230 Ha, hay que gastar **67.000 €/Ha.**

AUMENTO DE LA VEGETACIÓN EN LA BARRIADA

PANTALLAS VEGETALES Y PLANTACIÓN DE ÁRBOLES



Se propone plantar pantallas vegetales formadas por **Pino Carrasco** para la **captación de CO2** y de **radiaciones sonoras y electromagnéticas.** Se proponen hileras de árboles junto a la tapia de separación con la vía y en paralelo a la Avda. Kansas City, además del perímetro completo de los colegios.

En las zonas interiores del barrio también se podrían plantar un buen número de Limoneros, que también ayudan a eliminar CO_2 del aire.

Coste de la propuesta:

Reforestación para captura de CO2, consistente en la plantación de un total de 3.400 m2 de Pino Carrasco, y 1.482 m2 de Limoneros, de edad mediana ya instalados en el Barrio: **9.800 € (+IVA)**

HUERTOS VECINALES



Implementación de huertos sociales, que ejercerán **funciones de ocio y educativas** entre otras.
La organización de las parcelas se podría realizar con huertos familiares (4 personas, 35 m2) y huertos comunitarios (70 m2).

Suponiendo que el **40% de las familias** (240) quisieran participar, se precisaría la utilización de **10.000 m2 de terreno**, que podrían situarse, por ejemplo, en los terrenos situados detrás del colegio Baltasar de Alcázar II.

Coste de la propuesta:

Parcelación para instalación de huertos de superficie 1 Ha.	8.100 €
Construcción pozo para riego	1.800 €
Unidad Sanitaria Básica, con cuatro unidades de ducha, sanitarios y energía solar	7.400 €
TOTAL INVERSIÓN HUERTOS VECINALES	**17.300 €**

APÉNDICE 2. CONVOCATORIA VECINAL

¿QUIERES AHORRAR EN TU FACTURA DEL AGUA?



CONVOCATORIA DE REUNIONES PARA VECINOS/AS

Proyecto **AQUA-RIBA** para mejorar la gestión del agua en la barriada

3 MARZO REDUCCIÓN DEL CONSUMO DEL AGUA Y ENERGÍA EN **CASAS Y COMERCIOS**

5 MARZO REDUCCIÓN DEL CONSUMO DEL AGUA EN **LA BARRIADA**

Se ha invitado a representantes de la Agencia de Vivienda y Rehabilitación

19h **LUGAR:** Local de la AA.VV Félix Rodríguez de la Fuente

Organiza

Colabora
Asociación de Vecinos
"Félix Rodriguez de la Fuente"

Querida vecina o vecino:

Desde el proyecto **AQUA-RIBA llevamos varios meses estudiando las posibilidades de reducción del consumo de agua y energía, a nivel doméstico, de los bloques y de la barriada. Hemos sacado varias conclusiones y, por esta razón,** te queremos invitar a dos reuniones para compartir todas estas medidas y conocer vuestra opinión.

El 3 de marzo a las 19:00 para analizar las opciones de reducción del consumo de agua y luz en casa y comercios.

El 5 de marzo a las 19:00 para analizar las opciones de reducción del consumo de agua en la barriada. A la sesión de este día están invitados representantes de la Agencia de Vivienda y Rehabilitación.

Ambos encuentros serán en el local de la Asociación de Vecinos Félix Rodríguez de la Fuente, Avda. 28 de Febrero, nº 15.

Te agradeceríamos que confirmaras asistencia.
Nos puedes contactar en el teléfono:
600 53 25 30 (preguntar por Ana)



Proyecto AQUA-RIBA para mejorar la gestión del agua en la barriada

Organiza

Colabora AA VV Félix Rodríguez de la Fuente

A/A CEIP Baltasar de Alcázar

Desde el proyecto **AQUA-RIBA llevamos varios meses estudiando las posibilidades de reducción del consumo de agua y energía, a nivel doméstico, de los bloques y de la barriada. Hemos sacado varias conclusiones y por esta razón** te queremos invitar a una reunión para compartir todas estas medidas y conocer vuestra opinión.

El 5 de marzo a las 19:00 para analizar las opciones de reducción del consumo de agua en la barriada. A la sesión de este día están invitados representantes de la Agencia de Vivienda y Rehabilitación.

El encuentro será en el local de la Asociación de Vecinos Félix Rodríguez de la Fuente, Avda. 28 de Febrero, nº 15.

Te agradeceríamos que confirmaras asistencia.
Nos puedes contactar en el teléfono:
600 53 25 30 (preguntar por Ana)



Proyecto AQUA-RIBA para mejorar la gestión del agua en la barriada

Organiza

Colabora AA VV Félix Rodríguez de la Fuente

AQUA-RIBA

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

CASO DE ESTUDIO: BARRIADA DE "LAS HUERTAS". SEVILLA.

ANEXO 6.8.

ESCENARIOS: INTEGRACIÓN DE PROPUESTAS DE INTERVENCIÓN

Equipo AQUA-RIBA
Sevilla, Marzo 2015

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

INDICE

CAPÍTULOS **PÁG**

INTRODUCCIÓN **2**

1. MODELADO DE ESCENARIOS CON UWOT **2**

2. MODELIZACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO LAS HUERTAS (SEVILLA) **3**

- **2.1. Estructura del modelo y escenario de referencia (ESC 0).**
- **2.2. Escenario a corto plazo (ESC 1).**
- **2.3. Escenario a largo plazo (ESC 2).**

3. ANÁLISIS COMPARADO DE LOS TRES ESCENARIOS **14**

- **3.1. Oferta y demanda de agua y energía**
- **3.2. Producción de aguas residuales**
- **3.3. Generación de escorrentía en eventos de tormenta.**

BIBLIOGRAFÍA **21**

INTRODUCCIÓN

En las anteriores fases del trabajo se desarrollaron una batería de **propuestas para la mejora de la gestión del ciclo urbano del agua en la barriada de Las Huertas,** sobre las cuales se realizaron estudios relativos a su viabilidad, requerimientos espaciales y constructivos, adaptación al contexto, resultados previsibles y costes asociados. Esta información fue posteriormente sintetizada y traducida para facilitar su devolución a los actores sociales del proceso, los cuales realizaron una valoración de estas propuestas de las que se extraen dos conclusiones principales:

- Las propuestas que implican baja inversión por parte del vecindario y ahorros en el consumo de agua son bien acogidas.

- Las propuestas que (sin implicar una inversión por parte del vecindario) suponen una mejora en la gestión del ciclo urbano del agua, y revierten positivamente en la calidad de los espacios públicos, también son recibidas con entusiasmo por el vecindario.

En base a estas premisas, y a la valoración que los actores presentes hicieron de cada una de las propuestas presentadas, se plantea la integración de las mismas en base a dos escenarios futuros, uno a corto plazo (Esc.1) y otro a largo plazo (Esc.2), a comparar con el escenario de referencia, relativo a la situación actual (Esc.0).

El escenario a corto plazo (Esc.1), recogerá aquellas propuestas que, sin requerir grandes inversiones por parte de los usuarios o la administración, satisfacen demandas del vecindario explícitamente expresadas en el diagnóstico de la barriada.

En el escenario a largo plazo (Esc.2), se incorporan un conjunto de medidas que se han evaluado como viables y han sido acogidas positivamente por los actores sociales del proceso, pero que requieren mayores esfuerzos de financiación, si bien representan mejoras notable de la gestión del ciclo urbano del agua en la barriada.

1. MODELADO DE ESCENARIOS CON UWOT

Para llevar a cabo la labor de integración y evaluación de las propuestas en los dos escenarios planteados, y su comparación con la situación de referencia, se hace uso de un sistema de apoyo a la decisión (SAD) denominado UWOT (Urban Water Optioneering Tool).

Los SADs se basan habitualmente en programas informáticos que pueden ser utilizados para recopilar, evaluar y presentar la información referente a un sistema donde las actividades humanas y procesos naturales interactúan, incluyendo diferentes tipos de modelos, que utilizan los datos almacenados para replicar y evaluar el comportamiento de los sistemas reales, como es el caso del ciclo urbano del agua. Esta evaluación permite al usuario examinar cómo el sistema responde a las potenciales intervenciones y alternativas en diferentes escenarios.

Basándose en la selección de las estrategias y los escenarios por parte del usuario, el modelo se ejecuta para calcular los impactos sobre el sistema de diferentes combinaciones de los datos de entrada. La comparación de estos resultados, facilita los medios necesarios para evaluar las ventajas y desventajas de las diferentes estrategias.

Existe un buen número de SADs destinados al ciclo urbano del agua. Muchos de ellos están diseñados para simular y analizar aisladamente alguno de los tres componentes del ciclo urbano del agua, centrándose en la gestión de la demanda, de las aguas pluviales o de las

aguas residuales. Mientras, hay otras herramientas que incorporan el enfoque eco-integrador en la modelización de la gestión del agua urbana en su conjunto, permitiendo analizar las posibles interacciones entre los tres componentes del sistema y buscando minimizar así los impactos ambientales que las áreas urbanas pueden generar en el medio hídrico.

Dentro de este último tipo de herramientas encontramos el UWOT- Urban Water Optioneering Tool (*Herramienta de estudio de opciones del agua urbana*), una herramienta sometida a un proceso continuo de desarrollo por miembros del grupo de investigación ITIA, perteneciente al Departamento de Ingeniería Ambiental y Recursos Hídricos de la Universidad Técnica Nacional de Atenas, a través de proyectos europeos de investigación como el WAND, el SWITCH y actualmente el TRUST. Con esta herramienta se pueden realizar modelizaciones del conjunto del ciclo urbano del agua, incorporando todos los usos del agua y las tecnologías disponibles para su gestión, y permite un análisis y evaluación de los efectos combinados de las diferentes alternativas de intervención en múltiples escalas, a través de una serie de indicadores económicos, sociales y ambientales.

UWOT simula tanto flujos de agua convencionales (abastecimiento, pluviales y residuales), como aquellos que se corresponden con intervenciones integradas (aguas grises, escorrentía, captación de pluviales), caracterizando cada uno de ellos según su calidad y caudal, y produciendo su agregación desde la escala de la vivienda, la barriada y el sistema en su conjunto. Permite así mismo introducir series de datos ambientales (temperatura y pluviometría) y realizar simulaciones en base a diferentes periodos temporales.

UWOT cuenta con una biblioteca de tecnologías que pueden ser combinadas para confeccionar el sistema en las diferentes escalas. Encontramos en ella elementos convencionales como sanitarios (duchas, inodoros, lavadoras, etc.), sistemas de almacenamiento, conducción, bombeo, distintos tipos de superficies, áreas verdes, y todos los elementos que componen la red urbana tanto de abastecimiento como de drenaje y saneamiento. También encontramos elementos no convencionales como SUDS o sistemas de tratamiento de aguas grises. Dentro de esta biblioteca podemos seleccionar entre diferentes modelos para cada uno de estos elementos, aunque existe la posibilidad de añadir nuevos ítems en cada categoría con características específicas.

Existen dos modalidades para el uso del interfaz de UWOT como herramienta de modelización y diseño. En el “modo evaluación”, el programa permite evaluar el sistema completo de gestión del ciclo urbano del agua en un área de la ciudad, y compararlo con diferentes escenarios posibles en relación a las combinaciones de tecnologías aplicables, así como a la respuesta de éstas en diferentes condiciones del entorno. El usuario definirá una o varias configuraciones para el sistema que podrán ser evaluadas comparadamente en base a una serie de indicadores (cantidad y calidad del agua, gasto energético, costes, etc.).

En el “modo optimización”, la herramienta también posibilita exportar sus resultados a programas de análisis matemático complejo que contribuyen a realizar la optimización de las alternativas en evaluación.

2. MODELIZACIÓN DEL CASO DE ESTUDIO: LAS HUERTAS (SEVILLA)

En nuestro caso de estudio, se decidió utilizar la herramienta UWOT en su “modo evaluación” para analizar comparativamente, a través de los indicadores disponibles, la respuesta del sistema en los tres escenarios planteados, el primero relativo a la situación actual, y otros dos que reflejasen integración de propuestas para Las Huertas a corto y largo plazo. Además estos tres posibles escenarios fueron evaluados en su comportamiento en un

periodo de un año según las condiciones mensuales medias de la ciudad, y también en relación a las condiciones de una situación de precipitación extrema.

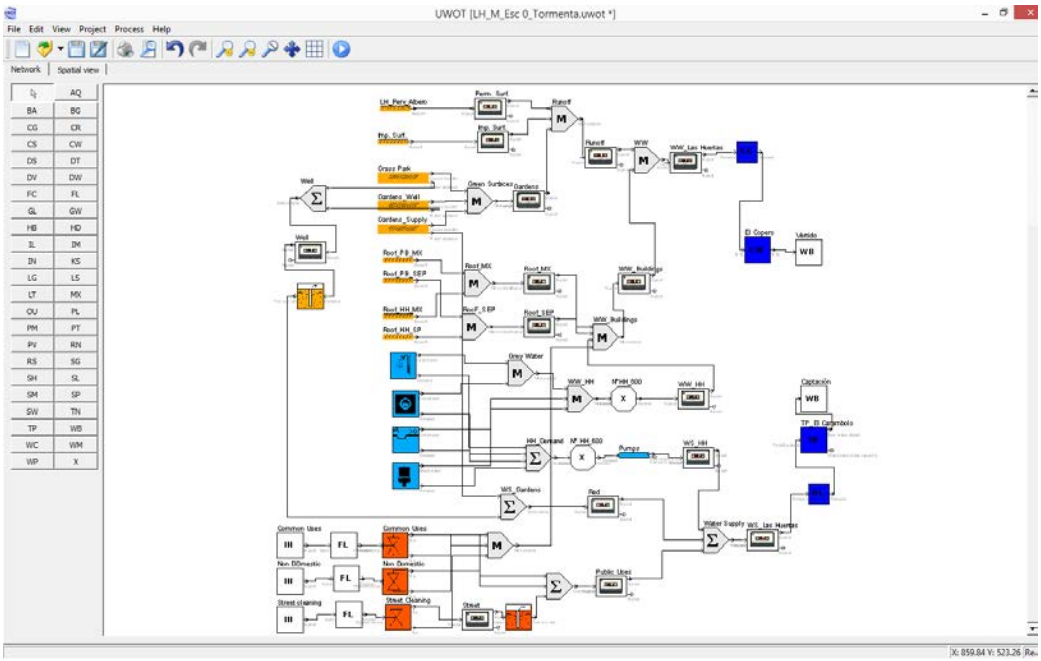
Para ello se ha contado en todo momento con el asesoramiento del grupo de investigación del ITIA, uno de cuyos profesores incluso se trasladó a la Universidad de Sevilla para participar en una serie de sesiones de trabajo donde ajustó la modelización de los tres escenarios modelizados en UWOT. El resultado de este proceso ha permitido realizar una valoración comparada de estos escenarios en base a variables relacionadas con los flujos hídricos, consumos energéticos y costes económicos. Esta comparación se ha llevado a cabo bajo las condiciones ambientales en un año medio, y también bajo las condiciones de un evento de tormenta característico de un periodo de retorno de 10 años.

2.1. Estructura del modelo y escenario de referencia (ESC 0).

Los datos de partida para la construcción del modelo en UWOT se extraen de la caracterización de la situación actual de la barriada de Las Huertas realizada en la primera fase del caso de estudio. Estos datos se refieren a los consumos medios en las viviendas y en otros usos, características de las instalaciones hidráulicas, dimensión y coeficiente de escorrentía de las superficies, composición de las zonas verdes, características de la red urbana y de los sistemas de potabilización y depuración, etc. Con estos datos podremos construir el escenario de referencia y calibrar el modelo en relación a las estimaciones sobre los flujos hídricos ya realizadas.

En UWOT, los elementos que componen el sistema suelen organizarse por grupos, los cuales pueden responder a diferentes lógicas en función del modelo a realizar. En nuestro caso, los elementos que componen el sistema se organizan principalmente en base a cuatro grupos: viviendas (azul claro), usos públicos (naranja), superficies (amarillo) y red urbana (azul oscuro). La configuración del modelo para el escenario de referencia en la barriada de Las huertas podemos verlo en la figura 1.

Fig.1. Modelización en UWOT del escenario de referencia (ESC 0), referido a la situación actual.



Fuente: elaboración propia en UWOT.

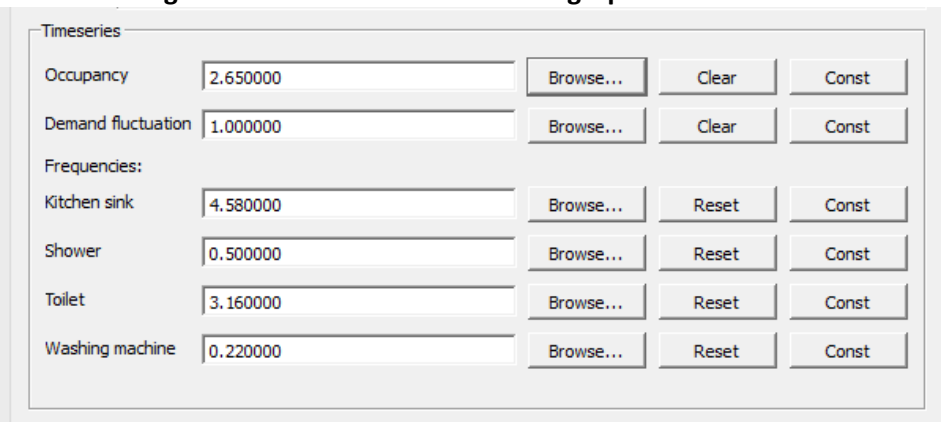
Cada uno de estos grupos va a ser definido por una serie de factores, dependiendo de la tipología de elementos que contenga. A su vez, cada uno de los elementos del sistema se caracterizará por una serie de variables, dependiendo también de si se trata de dispositivos sanitarios de la vivienda, superficies, elementos de la red urbana u otros. No obstante, estos elementos generarán siempre una demanda hídrica, un efluente o ambas cosas, caracterizado en cada caso por un caudal y una calidad. Otras variables que caracterizarán usualmente a los diferentes elementos serán los costes de inversión y operación, la superficie que ocupan, o la energía que consumen.

Los flujos generados por los diferentes elementos se agruparán en base a las distintas escalas del sistema, permitiendo el programa sumar demandas que provengan de la misma fuente (Σ) y mezclar efluentes con el mismo destino (**M**).

- GRUPO 1: VIVIENDAS.

A través de este grupo se definen las características del consumo medio de agua en las 600 viviendas de la barriada. Engloba los cuatro elementos con los que hemos caracterizado los micro-componentes de la demanda en los hogares: grifos (incluyendo fregaderos y lavavajillas), duchas, inodoros y lavadoras, así como el grupo de presión que eleva el agua potable proveniente de la red urbana. El grupo se caracteriza por la ocupación de las viviendas, la fluctuación de la demanda (en este caso considerada como constante, pero que podría ser variable a lo largo del año), y la frecuencia de uso diaria de cada uno de los elementos por habitante (ver figura 2).

Fig.2. Características en UWOT del grupo "Viviendas".

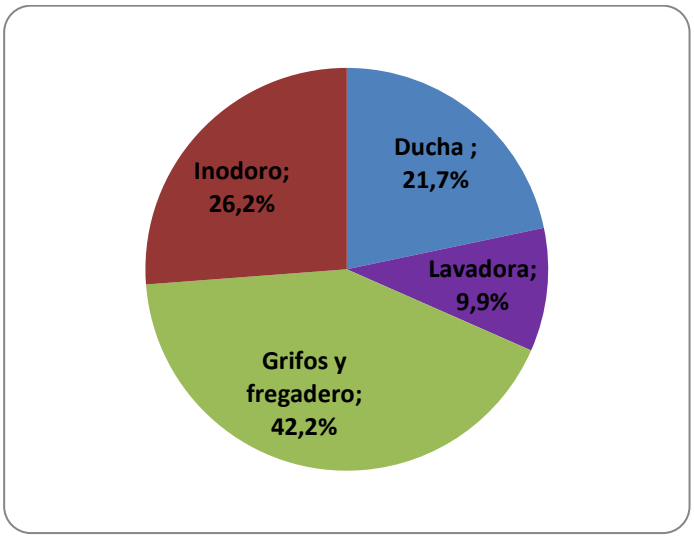


Fuente: Elaboración propia en UWOT.

Para definir la frecuencia de uso de cada elemento, partimos de la caracterización de la demanda doméstica en la barriada de Las Huertas, definida por:

- el consumo medio de la barriada: 108,5 l/p.día.
- la distribución de la demanda en micro-componentes, a través de la adaptación al caso de estudio de Gascon, L. *et al* (2004), representada en la figura 3.
- las características de los elementos sanitarios (grifos, inodoros, etc.), según el estudio realizado mediante la encuesta y visita a las viviendas (anexo 6.3.).

Fig.3. Micro-componentes de la demanda de agua potable en las viviendas de Las Huertas



Fuente: Elaboración propia a partir de Gascon, L. *et al* (2004).

En relación a la de ACS, el gasto energético se estima en base a los 22 l/p.día a 60ºC establecidos por el CTE, incorporándolo de manera proporcional en los elementos correspondientes. La demanda energética de los grupos de presión, por su parte, se caracterizan por el consumo energético en kWh/litro, conocido gracias al estudio realizado de la presión actual en los bloques de la barriada.

- GRUPO 2: USOS PÚBLICOS.

Se engloban en este grupo los usos comunes (limpieza de escaleras, etc.), los usos no domésticos (colegios, locales comerciales, etc.) y el baldeo de calles. Se caracterizan estos elementos por la cantidad de agua demandada y la calidad del efluente.

- GRUPO 3: SUPERFICIES Y ESPACIO PÚBLICO.

Agrupa al conjunto de elementos superficiales del sistema sobre los que se deposita el agua de lluvia, generando escorrentía, y demanda de riego en el caso de las áreas verdes.

Este grupo viene caracterizado por las condiciones ambientales de precipitación y temperatura del área de estudio. Como decíamos previamente, se realizan simulaciones de cada escenario en base a dos situaciones. Una primera simulación anual con datos medios mensuales, extraída de la caracterización climática realizada en la primera fase del caso de estudio a partir de los datos de la última versión de la base de datos CRU TS 3.21 de la Climate Research Unit (University of East Anglia, Reino Unido), que cubre a nivel mensual el periodo 1901- 2012 (Harris et al., 2004).

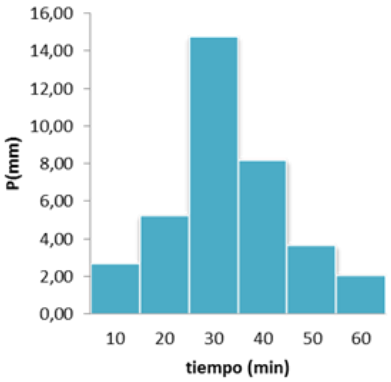
La segunda simulación corresponde a una situación de precipitación extrema en la ciudad, definida por la serie de cantidades de precipitación diezminutales de la estación E061 Sevilla Tablada (37.36;-6.00), cedida por la Agencia de Medio Ambiente y Agua de Andalucía. A partir de las curvas IDF de esta estación, se define el evento con el hietograma de aguacero propio de un periodo de retorno de diez años (ver tabla 1 y figura 4).

Tabla 1. Distribución sintética de precipitaciones.

t (min)	i (mm/h)	P (mm)	Incremento P
10	86,96	14,78	14,78
20	67,56	22,97	8,19
30	55,29	28,20	5,23
40	46,82	31,84	3,64
50	40,61	34,52	2,68
60	35,87	36,59	2,06

Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la estación E061 Sevilla Tablada.

Fig. 4. Hietograma de diseño.



Cabe señalar que uno de los datos característicos del modelo será el volumen inicial de agua almacenado en el suelo. Careciendo de datos experimentales en este sentido, se decide iniciar la serie anual en el mes de septiembre, dado que la pluviosidad en el mes de Agosto es prácticamente nula, y se puede estimar que no existe ningún volumen de agua inicial almacenada en el suelo.

La definición de las superficies y áreas verdes se realiza a través de su dimensión y de las variables referidas a la capacidad de evaporación, la profundidad de campo y el coeficiente de infiltración, entendido este último como la proporción de agua que, al día, pasa del suelo a la capa freática.

En este caso, los datos extraídos de la caracterización realizada en la primera fase del caso de estudio, no tienen correspondencia exacta con los datos demandados por el programa. No obstante, sí se conoce la escorrentía generada por cada superficie (ver tabla 2), y se han realizado estimaciones de la demanda de riego de cada tipo de cultivo a través del método indirecto (Canal de Isabel II, 2010). Se realiza entonces una estimación de las variables requeridas por el programa, a partir de la calibración del modelo con los datos calculados según los procedimientos descritos.

Tabla 2. Cálculo de la escorrentía superficial.

Tipo de acabado	Superficie (m2)	%	Coeficiente Escorrent.	Escorrentia superficial (m3)
ASFALTO (azul)	16.179,19	23,83	0,85	**7.451,97**
PAV. CEMENTO (gris)	18.483,90	27,23	0,8	**8.012,70**
CUBIERTAS EDIF. (rojo)	11.277,59	16,61	0,65	**3.587,72**
CUBIERTAS PATIOS (naranja)	1.455,11	2,14	0,65	**896,93**
ALBERO (amarillo)	15.612,43	23	0,3	**83,78**
CAUCHO (caldera)	203,00	0,3	0,23	**25,30**
TIERRA VEGETAL (marrón)	3.309,74	1,1	0,2	**358,69**
JARDINES (CÉSPED…) (verde)	1.362,44	5,78	0,08	**59,06**
TOTAL	**67887,6**	**100**		**20.476,15**

Fuente: Elaboración propia a partir de Arizmendi, 1991.

También se incluyen en este grupo los pozos requeridos para satisfacer la demanda de riego de las áreas verdes.

- GRUPO 4: RED URBANA.

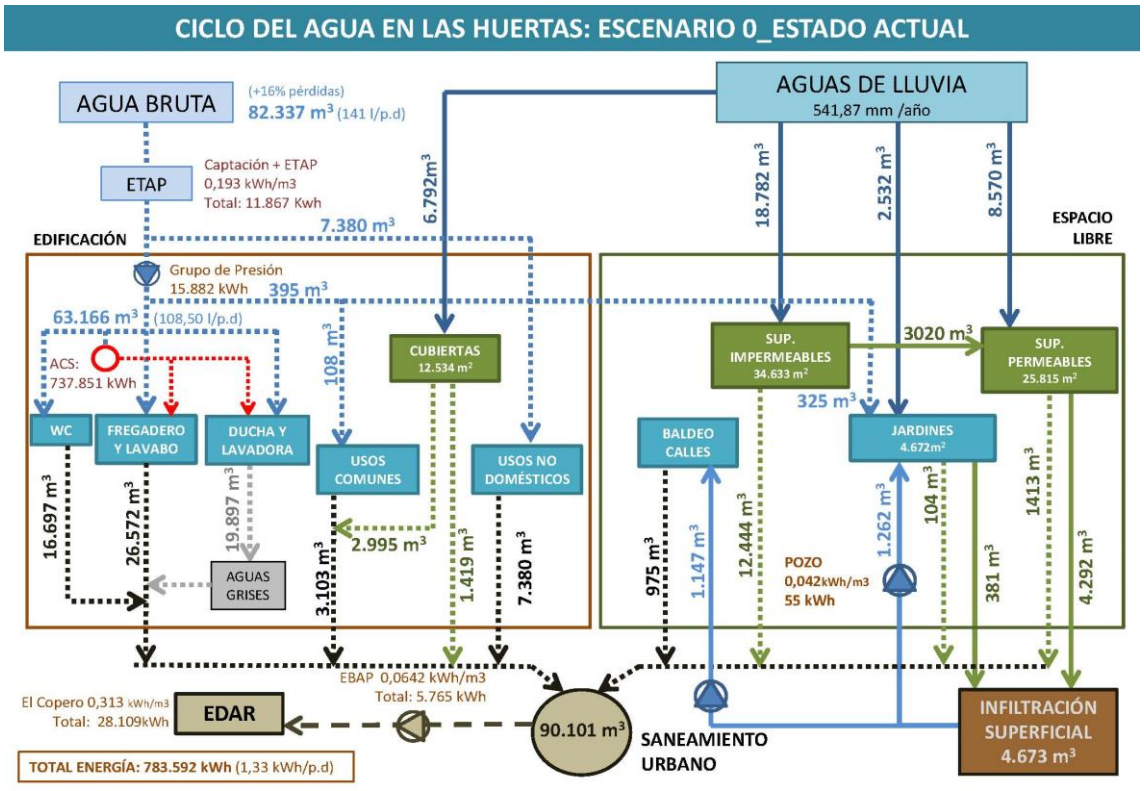
En este grupo se incluyen todos los elementos de la red urbana implicados en la gestión del agua de la barriada de Las Huertas: las redes de distribución y saneamiento, la estación de potabilización de El Carambolo y la de depuración de aguas residuales de El Copero. Estos elementos se definen principalmente en base a las pérdidas de agua que generan, la capacidad de gestión y el consumo energético.

RESULTADOS DEL MODELO DEL ESCENARIO DE REFRENCIA (ESC. 0).

Una vez elaborado el modelo correspondiente a la situación actual en la barriada de Las Huertas, definido como escenario de referencia, se realiza una comparación entre los datos de caudal de demanda y saneamiento, así como de la demanda energética, proporcionados por el modelo para el conjunto del sistema, y los estimados en base a los cálculos sobre los datos obtenidos de la caracterización. La coincidencia entre las cifras se sitúa en todos los casos en torno al 99%.

Como resultado de esta modelización, se obtiene la caracterización de cada uno de los flujos hídricos del sistema, que para un año medio en la barriada de Las Huertas se sintetizan en el siguiente esquema.

Fig. 5. Esquema de flujos del escenario de refrencia (Esc.0).



Fuente: Elaboración propia.

2.2. Escenario a corto plazo (ESC 1).

Como hemos mencionado, este escenario incluye aquellas propuestas que, sin requerir grandes inversiones por parte de los usuarios o la administración, satisfacen demandas del vecindario explícitamente expresadas en el diagnóstico de la barriada. La selección de intervenciones para el escenario 1, dentro del conjunto de medidas estudiadas (ver anexos A.6.6. y A.6.5), se recogen a continuación.

- PROPUESTA 1: DISPOSITIVOS DE AHORRO
  Tomaremos en esta propuesta la opción 1, consistente en añadir elementos adicionales a los sistemas que ya existen en los hogares. Incluye:
    - Añadir aireadores en todos los grifos.
    - Reductor de caudal en las duchas.
    - Sistema de desplazamiento en cisternas.

  Sabiendo por el diagnóstico realizado, que estos dispositivos están presentes en una parte de las viviendas, su capacidad de incidencia y ahorro se calcula en función del % de hogares que no disponen de cada uno de los dispositivos.

- PROPUESTA 2: GRUPOS DE PRESIÓN
  Se realizará en el primer escenario tan sólo la disminución en 10 mca de la tara de los grupos de presión.

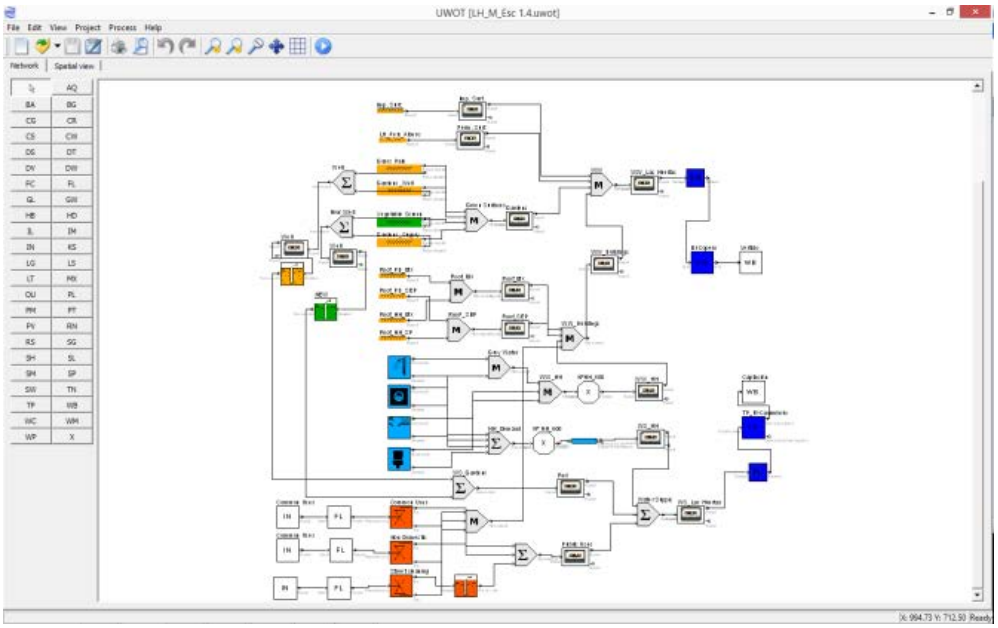
- PROPUESTA 5: DEMANDA DE RIEGO
  Eliminación de la demanda de agua potable para riego gracias a la apertura del pozo municipal existente en la barriada, que en la actualidad se encuentran sin uso.

- PROPUESTA 6: NATURALIZACIÓN DE LA BARRIADA
  Plantación de pantallas vegetales en paralelo al muro de la vía del tren y alrededor de los centros docentes, en atención a la demanda vecinal de protección respecto a las radiaciones.

- PROPUESTA 8b: USOS NO DOMÉSTICOS
  Incorporación de dispositivos de ahorro en el CEIP Baltasar de Alcázar.

La incorporación de estas medidas en el modelo del programa UWOT (Fig.6) producirá algunas variaciones en el esquema respecto al del modelo de referencia. Podemos observar que aparece un nuevo grupo de elementos (color verde) que incluye las pantallas vegetales y el pozo activado. También observamos la conexión a este pozo de los jardines cuya demanda procedía anteriormente de la red de agua potable. El resto de modificaciones se realizan en los parámetros característicos de los elementos.

Fig. 6. Modelización en UWOT del escenario a corto plazo (ESC 1).

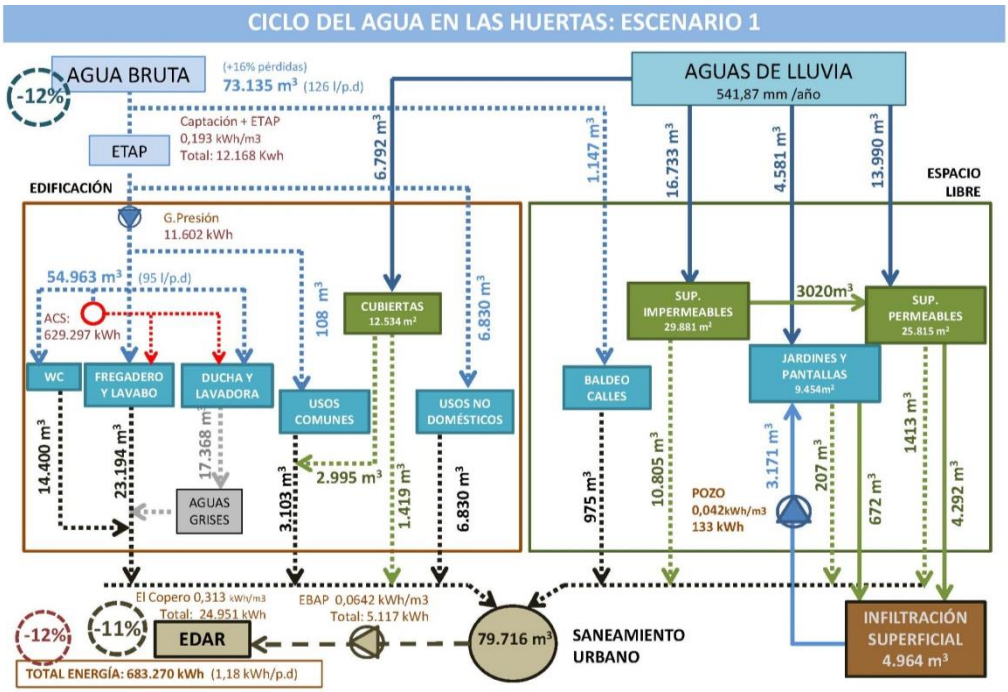


Fuente: Elaboración propia.

RESULTADOS DEL MODELO DEL ESCENARIO A CORTO PLAZO (ESC.1.)

Una vez elaborado el nuevo escenario, gracias a la incorporación de estas propuestas, y obtenidos los resultados del modelo, podemos de nuevo caracterizar cada uno de los flujos hídricos del sistema correspondiente al escenario a corto plazo en la barriada de Las Huertas, y que se sintetiza en el esquema de la Fig.7.

Fig. 7. Esquema de flujos del escenario a corto plazo (Esc.1).



Fuente: Elaboración propia.

Haciendo un análisis de los datos, en comparación con el esquema del escenario de referencia, se puede observar la disminución de las variables afectadas por las modificaciones introducidas:

- Disminución de la demanda de agua potable en viviendas, usos no domésticos y riego, lo que supone una disminución total del agua bruta demandada por la red de un 12% al año.
- Disminución de las aguas residuales en los usos antes mencionados y reducción de las superficies impermeables, que implica una disminución de la escorrentía generada por las mismas, y una mayor infiltración superficial. Todo ello repercute en una reducción del volumen total de agua que ha de ser tratada en la EDAR en de un 11% al año.
- Disminución de la demanda de energía para ACS y grupos de presión, así como de la demanda de energía de la red urbana, gracias al menor volumen de agua a tratar. Todo ello repercute en un 12% menos de energía consumida al año.

2.3. Escenario a largo plazo (ESC 2).

En este escenario se incorporan un conjunto de medidas que se han evaluado como viables y han sido acogidas positivamente por los actores sociales del proceso, pero que requieren procesos de decisión y gestión más complejos y mayores esfuerzos de financiación, si bien representan mejoras notable de la gestión del ciclo urbano del agua en la barriada. La selección de intervenciones para el escenario 2, dentro del conjunto de medidas estudiadas (ver anexos A.6.6. y A.6.5), se recogen a continuación.

- PROPUESTA 1: DISPOSITIVOS DE AHORRO
  Tomaremos en esta propuesta la opción 2, consistente en sustituir ciertos elementos en los cuartos húmedos por otros más eficientes. Incluye:
    - sustituir los grifos mezcladores por monomandos de dos fases.
    - poner grifos termostácticos en bañeras.
    - sustituir la cisternas grandes (9l) por cisternas pequeñas (4,5 l).

  Sabiendo por el diagnóstico realizado que estos dispositivos están presentes en una parte de las viviendas, su capacidad de incidencia y ahorro se calcula en función del % de hogares que no disponen de cada uno de los dispositivos.

- PROPUESTA 2: GRUPOS DE PRESIÓN
  Además de la disminución en 10 mca en la tara de los grupos de presión incluida en el primer escenario, se desconectarán las dos primeras plantas y serán servidas directamente con la presión de la red urbana.

- PROPUESTA 3: AGUA CALIENTE SANITARIA
  Se instalan sistemas de ACS termosolar en todos los edificios para satisfacer, tal y como exige la normativa, el 70 % de la demanda anual de energía para este fin.

- PROPUESTA 4: REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES
  Incorporación de instalaciones para la recuperación de las aguas grises y su depuración a través de sistemas extensivos naturalizados (CAS) en cada uno de los núcleos de viviendas.

- PROPUESTA 5: DEMANDA DE RIEGO
  Además de la apertura del pozo municipal existente en la barriada, contemplada en el escenario 1, se realiza la apertura de nuevos pozos para satisfacer las nuevas demandas de agua para riego. También se prevé el acolchado con viruta de corcho de los jardines, para una reducción del 50% de la demanda de riego en los mismos.

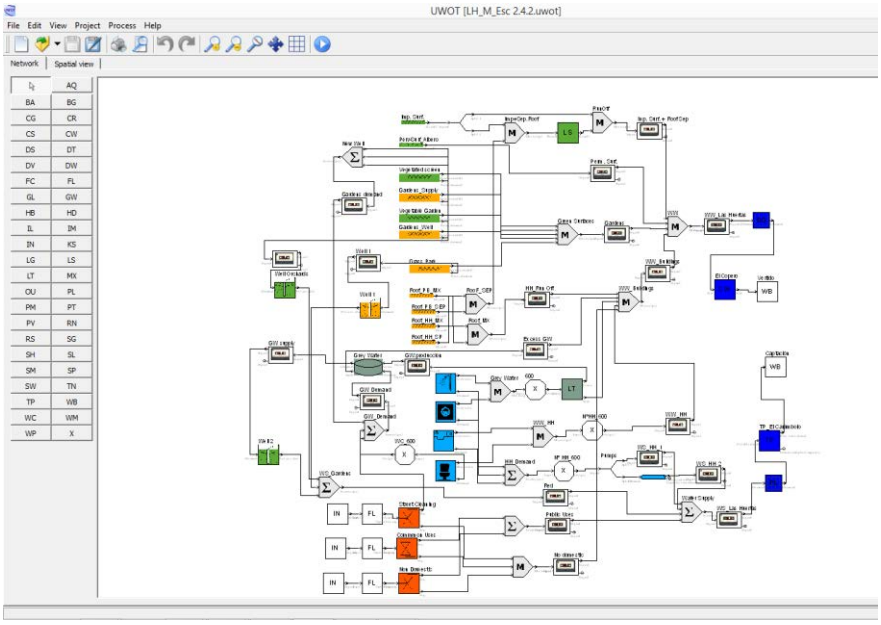
- PROPUESTA 6: NATURALIZACIÓN DE LA BARRIADA
  Incluye la plantación de pantalla vegetal considerada en el anterior escenario, la transformación en huertos urbanos del solar de 1 Ha situado junto a la barriada, y la reforestación de algunas zonas con especies con gran capacidad de captación de CO2.

- PROPUESTA 7: SISTEMAS URBANOS DE DRENAJE SOSTENIBLE
  Incorporación de SUDS como zanjas de infiltración o jardines de lluvia, para la desconexión de zonas peatonales y parte del viario de la red mixta de saneamiento urbano.

- PROPUESTA 8b: USOS NO DOMÉSTICOS
  Incorporación de los dispositivos de ahorro, además de en el CEIP Baltasar de Alcázar, en los bares y restaurantes de la barriada.

Estas medidas producen una modificación notable del modelo del programa UWOT, que se traducirán en los flujos de entrada y salida del sistema. Se puede percibir en el esquema del modelo de la Fig. 8, cómo en el grupo de nuevos elementos del espacio público (color verde) se han transformado gran parte de las superficies, se han añadido más pozos, y se han interpuesto SUDS para la gestión de una parte de la escorrentía de las superficies impermeables. También aparece un nuevo grupo de elementos (color gris) correspondiente a las instalaciones del sistema de reciclaje de aguas grises. Como en el anterior escenario, hay modificaciones que se realizan en los parámetros característicos de los elementos y no son perceptibles en el esquema.

Fig. 8. Modelización en UWOT del escenario a largo plazo (ESC 2).



Fuente: Elaboración propia.

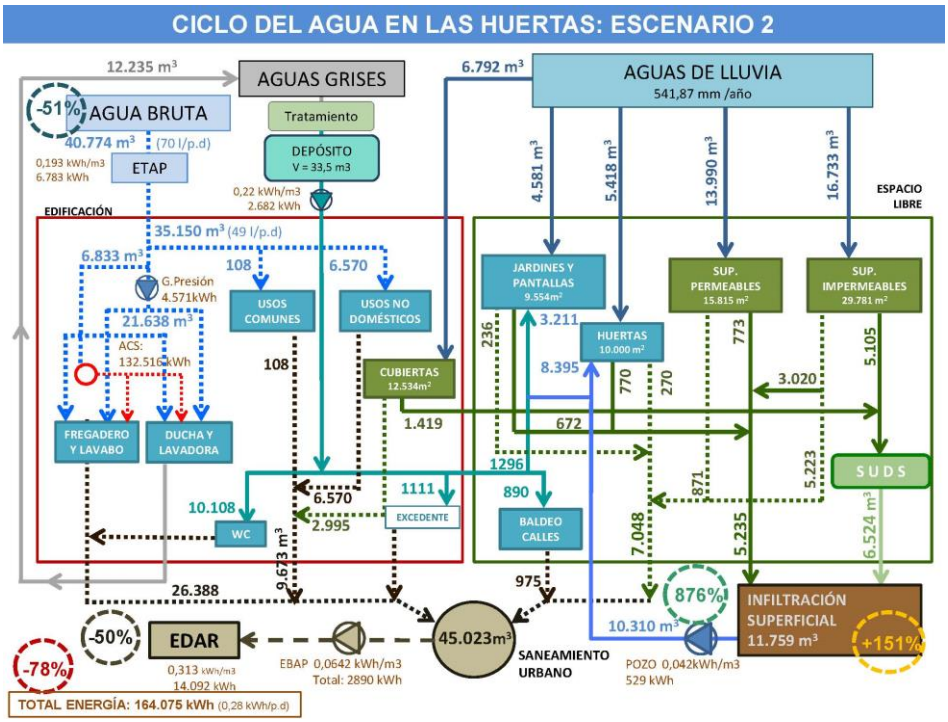
RESULTADOS DEL MODELO DEL ESCENARIO A LARGO PLAZO (ESC.2.)

En este caso el esquema de la Fig. 9, donde se reflejan los resultados de la modelización del escenario 2 para un año medio, tiene diferencias muy notables con los escenarios anteriores, tanto en las variables reflejadas en relación a las dimensiones de las superficies, flujos de agua y consumo de energía, como en la propia configuración del esquema.

Realizando de nuevo una comparación con el esquema del escenario de referencia, se puede observar las modificaciones producidas en las variables afectadas por las propuestas introducidas:

- Disminución notable de la demanda de agua potable en viviendas, gracias a la incorporación de nuevos elementos más eficientes, como a la conexión de los WC a la red de aguas grises recicladas. También hay una reducción en usos no domésticos, y desaparición de la demanda de agua potable para riego. Todo ello se refleja en una reducción total del agua bruta demandada por la red de un 51% al año.
- Disminución del volumen de las aguas residuales gracias a la reducción de la demanda en los usos mencionados, pero también por la inclusión de redes separativas de aguas grises para su reutilización. También hay una importante transformación de superficies permeables en áreas verdes y, gracias a la incorporación de SUDS, la desconexión de una parte importante de las impermeables de la red urbana de saneamiento. Todo ello implica una reducción del volumen total de agua que ha de ser tratada en la EDAR en el año de un 50%, además de incrementarse la infiltración superficial en un 151%.
- Como consecuencia del incremento de zonas verdes, se produce así mismo una mayor demanda de agua para riego, que prácticamente se equipara con el volumen de agua generado por la infiltración superficial.
- En relación a la demanda energética, gracias a la disminución notable del volumen de agua que fluye por la red urbana, y muy especialmente a la incorporación de energía renovable termosolar para la producción de ACS, se produce una disminución del 78% en el conjunto de la energía consumida al año.

Fig. 9. Esquema de flujos del escenario a largo plazo (Esc.2).



Fuente: Elaboración propia.

3. ANÁLISIS COMPARADO DE LOS TRES ESCENARIOS.

En este apartado realizaremos un análisis comparado de los tres escenarios planteados anteriormente, a través del valor de los indicadores resultantes del modelo realizado en UWOT.

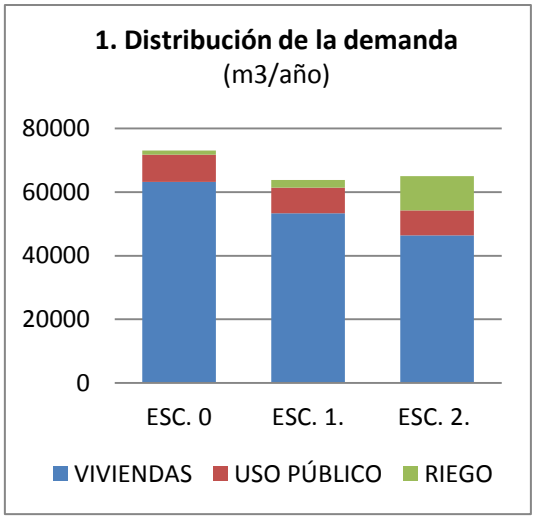
Para cada uno de los escenarios se realizarán dos simulaciones en base a la caracterización climática efectuada en la primera fase del caso de estudio y descrita en el apartado 3.1. Una primera simulación en base a las condiciones en un año medio según los datos mensuales de la última versión de la base de datos CRU TS 3.21; y una segunda simulación correspondiente a una situación de precipitación extrema en la ciudad, definida por la serie de cantidades de precipitación diezminutales de la estación E061 Sevilla-Tablada.

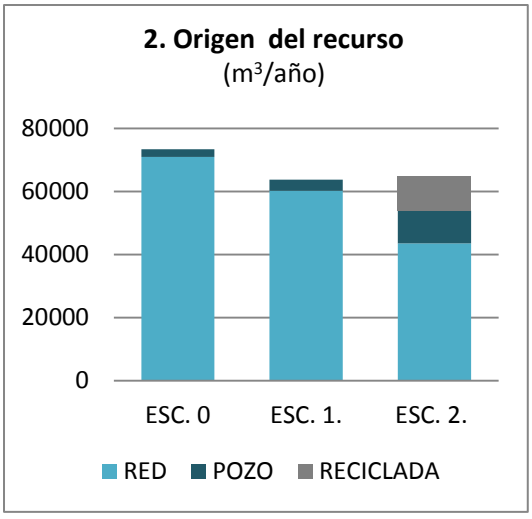
3.1. Oferta y demanda de agua y energía.

OFERTA Y DEMANDA DE AGUA

Observamos en el gráfico 1, cómo la demanda de agua en los tres escenarios proviene principalmente de las viviendas. En los escenarios 0 y 1, la segunda demanda más importante es la de usos no domésticos (o usos públicos), sin embargo en el escenario 2 la demanda de riego adquiere especial importancia, generando incluso un pequeño incremento del volumen total de agua requerida en el año.

Analizando en el gráfico 2 el origen del recurso en cada uno de los escenarios, vemos que existe una reducción paulatina del agua potable porcedente de la red, especialmente significativa en el Esc.2, gracias a la incorporación de nuevas fuentes alternativas como el agua de pozo, o de manera muy notable, las aguas grises.



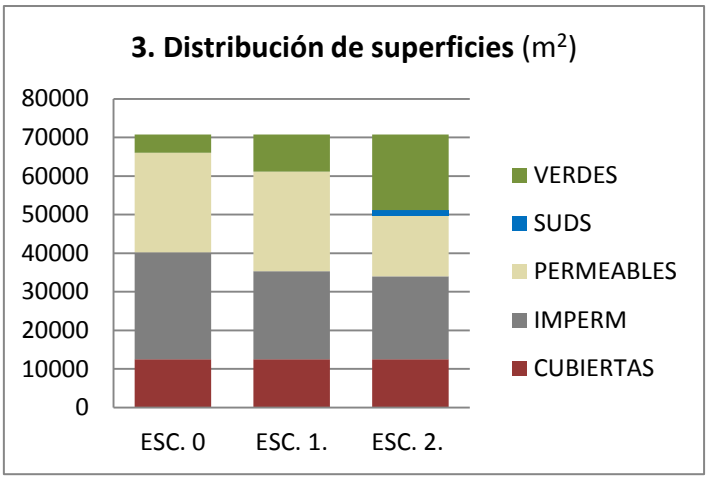


De la comparación de ambos gráficos, podemos extraer que en el Esc.1 la demanda de riego se cubre completamente con el agua procedente de pozo, mientras que en el Esc.2, observamos que, si bien la mayor parte de la demanda de las viviendas y usos públicos es cubierta por el agua de la red, una parte también lo hace a través de recursos alternativos. Además, el incremento de los requerimientos en el Esc.2 no se convierte en un aumento de consumo de recursos hídricos, puesto que es cubierto por el agua gris reciclada.

A continuación analizaremos por separado cada uno de estas cuestiones.

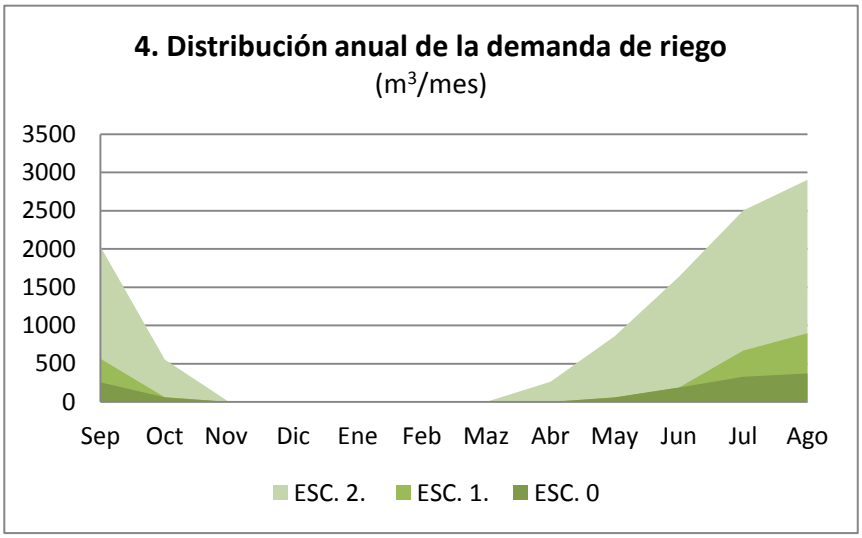
INCREMENTO DE LA DEMANDA DE RIEGO

El incremento que se porduce de la demanda anual de agua para riego tiene su origen en el aumento de superficies naturalizadas que se va generando en cada uno de los dos escenarios previstos (gráfico 3): las incorporación de pantallas vegetales en el Esc.1, a las que en el Esc.2 se añade más arbolado y, sobre todo, 1 Ha de huertas vecinales. Posteriormente analizaremos qué consecuencias tiene esta modificación de la naturaleza de las superficies en la reducción de la escorrentía generada.



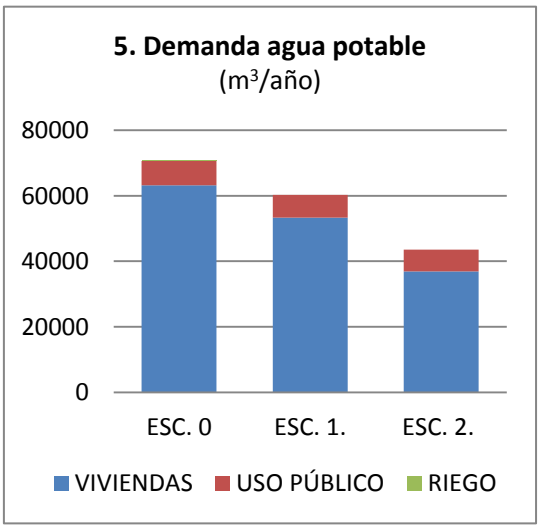
Por otro lado, en el gráfico nº 4 podemos observar la distribución de la demanda de riego a lo largo de los meses del año en cada uno de los tres escenarios. Como es habitual en el clima mediterráneo, la demanda de agua para riego se concentra especialmente entre mayo y

octubre, aunque en el Esc.2, además de producirse un incremento muy importante de esta demanda, ésta se extiende desde los meses de marzo a noviembre.



DISMINUCIÓN DE LA DEMANDA DE AGUA POTABLE

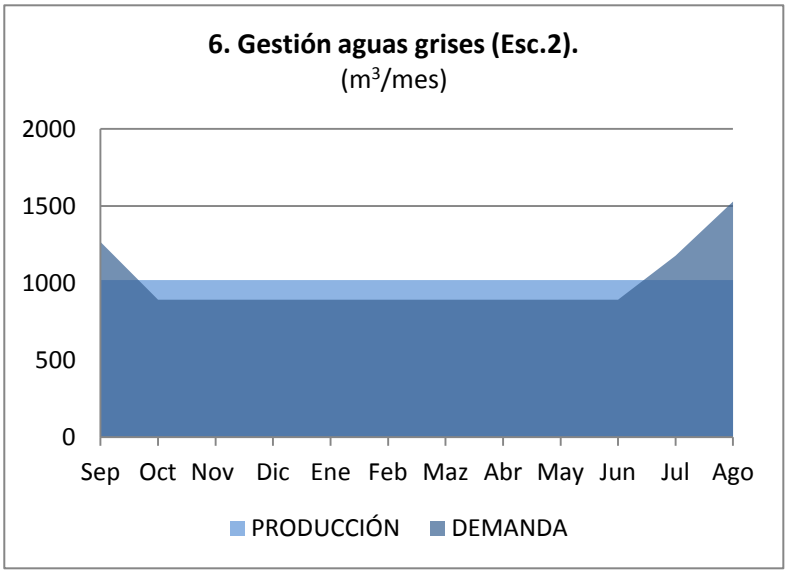
En el análisis de la demanda de agua potable (gráfico 5) , podemos observar que será la demanda procedente de las viviendas la más importante en los tres casos, produciéndose una disminución paulatina del volumen requerido en cada uno de los sucesivos escenarios. Esta disminución se hace especialmente importante en el Esc.2, en el que, además de incorporar dispositivos eficientes en viviendas y usos no domésticos, se introduce como recurso las aguas grises recicladas, que vienen a satisfacer parte importante de esta demanda.



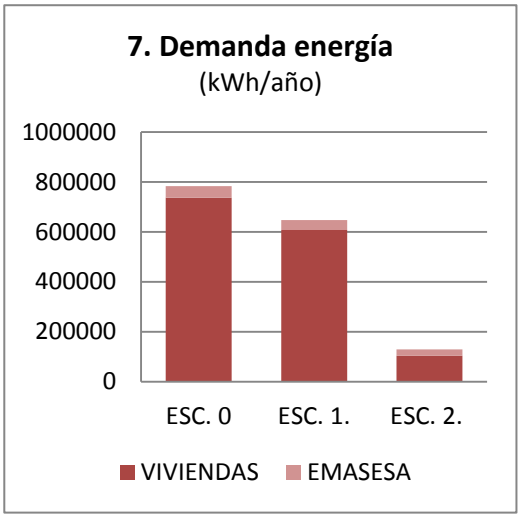
GESTIÓN INTEGRAL DE LAS AGUAS GRISES EN EL ESC.2

Resulta de interés realizar una lectura más específica de la gestión integrada de aguas grises que se produce en el Esc.2 a lo largo del año. Como se refleja en el esquema de la Fig. 9, las aguas grises recicladas satisfacen la demanda de las ciesternas de las viviendas, una parte del riego de las zonas verdes y el baldeo de calles. Tal y como podemos observar en el gráfico 6, la oferta de este recurso se considera constante a lo largo del año. No así la demanda, que se

incrementa en los meses de verano por el aumento de la necesidad de riego. Podemos concluir por tanto, que a lo largo del año existirá incluso un exceso de recurso para satisfacer la demanda, aunque en los meses de verano deberá incorporarse una parte de agua de pozo para satisfacer la carencia existente de agua para riego.



DEMANDA DE ENERGÍA

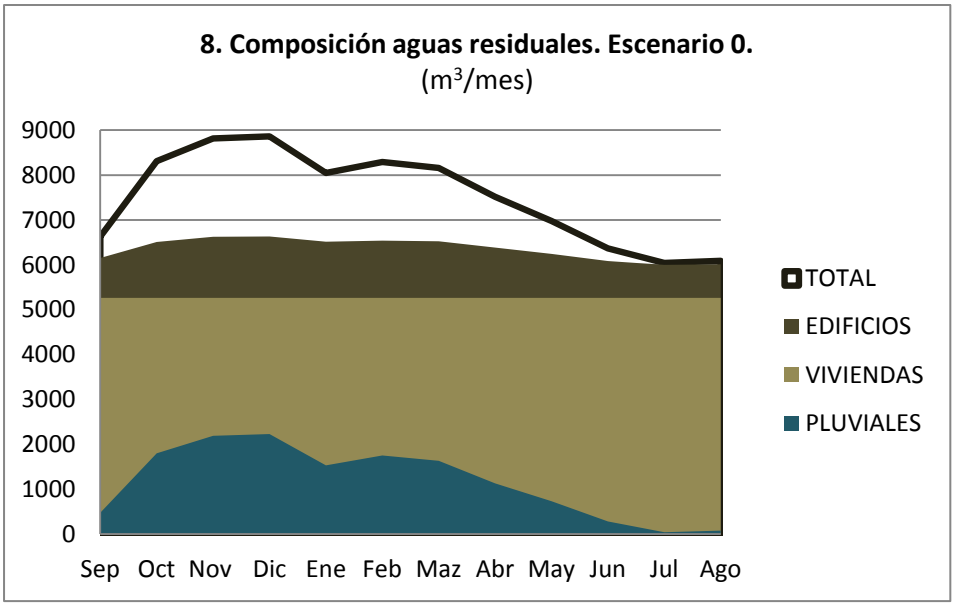


Resulta así mismo de gran interés analizar la distribución de la demanda de energía no renovable en los tres escenarios analizados.
Por un lado, observamos que esta demanda de energía proviene principalmente de las viviendas, representando en los dos primeros escenarios casi el 95 % de la demanda total.
En relación a la disminución de la demanda, en el Esc.1, tan sólo con la adición de dispositivos de ahorro de agua conseguimos una notable disminución del consumo energético.

En el Esc.2, la instalación de placas solares térmicas para satisfacer el 70% de la demanda anual de ACS en las viviendas, permite una drástica disminución de la energía no renovable consumida por el sistema.

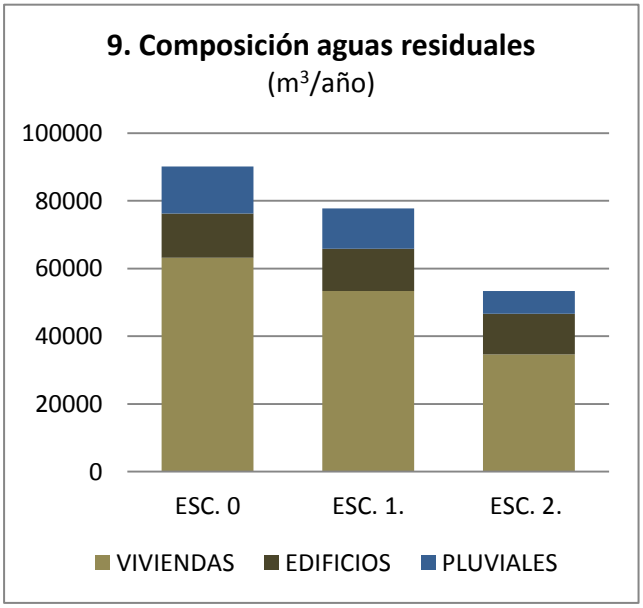
3.2. Producción de aguas residuales.

Observamos en el gráfico 8 la composición del volumen mensual de aguas residuales que se producen en la barriada de Las Huertas en la actualidad (Esc.0).



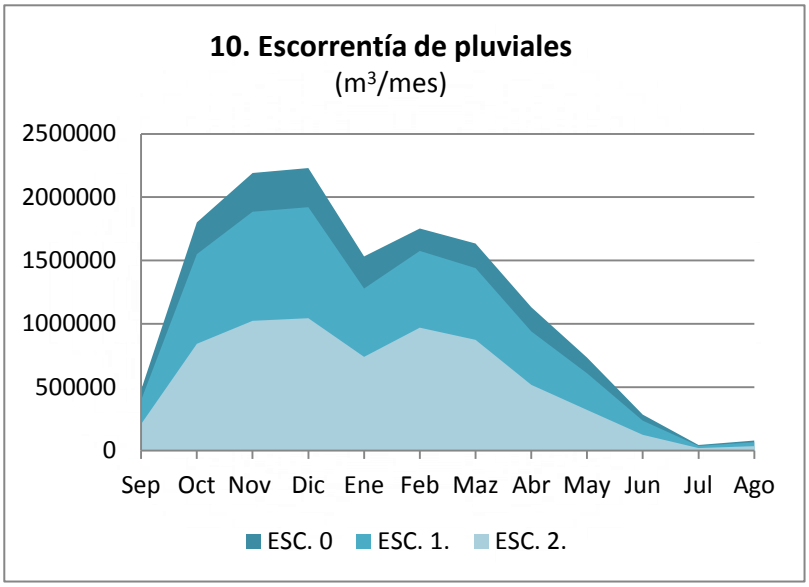
El caudal procedente de las viviendas será el que genere la mayor parte del volumen de aguas residuales, que además será constante a lo largo del año. Añadiendo a este volumen el procedente de usos no domésticos, así como la parte del caudal de escorrentía de las cubiertas que desagua por bajantes mixtos, alcanzamos el nivel definido como el de los edificios.

Superpuesto a este volumen, podemos ver en el gráfico el caudal que representan las aguas de escorrentía de pluviales de la barriada, que en los meses de máximas precipitaciones puede llegar a suponer un 42% del volumen procedente de las viviendas, o lo que es lo mismo, el 25% del caudal total de aguas residuales. La línea superior representa el volumen total de saneamiento que discurre por la red mensualmente.



Analizando ahora de manera comparativa la composición del volumen anual de aguas residuales en cada uno de los escenarios, podemos observar que el volumen correspondiente a las viviendas y el conjunto de los edificios, experimenta una disminución en cada escenario, especialmente siginificativa en el Esc.2. Esta disminución es muy similar a la que se produce en la demanda de agua potable (gráfico 5), ya que hay componentes comunes en esta reducción del caudal: la incorporación de dispositivos de ahorro y el reciclaje de las aguas grises.

También se produce una disminución significatica de las aguas procedentes de la escorrentía de pluviales. Esta disminución procede del incremento de las áreas verdes en la barriada (ver gráfico 3), que en el Esc.2 además cuenta con la incorporación de SUDS y la desconexión de una parte de las superficies impermeables de la red de saneamiento.



El análisis del gráfico nº 10 permite ahondar en las características del caudal mensual de la escorrentía de pluviales en cada uno de los escenarios. Podemos observar que hay una disminución del volumen total en el Esc.1 simplemente con la naturalización de una parte de las superficies impermeables. Esta disminución se hace mucho más notable en el Esc.2, donde gracias a la incorporación de SUDS, esta reducción de la escorrentía llega a más del 50% en los meses más lluviosos, permitiendo además que se reduzca la variación estacional del volumen de aguas que es necesario gestionar.

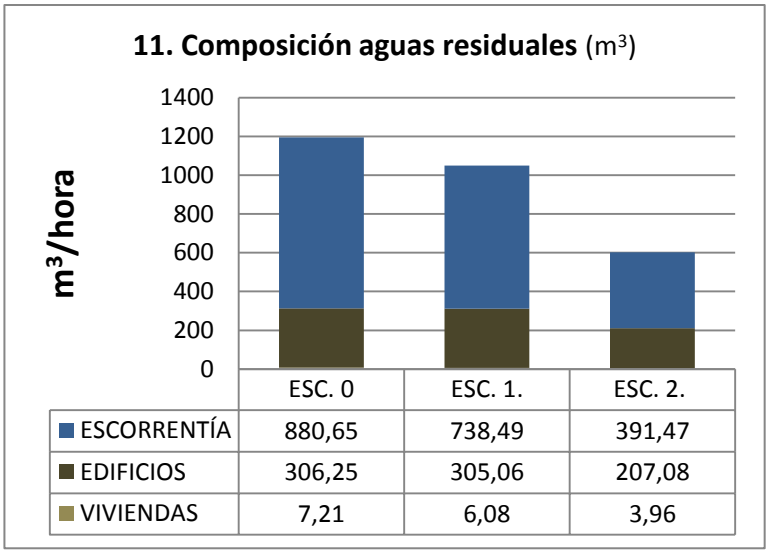
3.3. Generación de escorrentía en eventos de tormenta.

Para un análisis más exhaustivo del sistema en el caso de eventos extremos, se realiza una segunda simulación de cada uno de los escenarios para el evento de tormenta característico del proyecto.

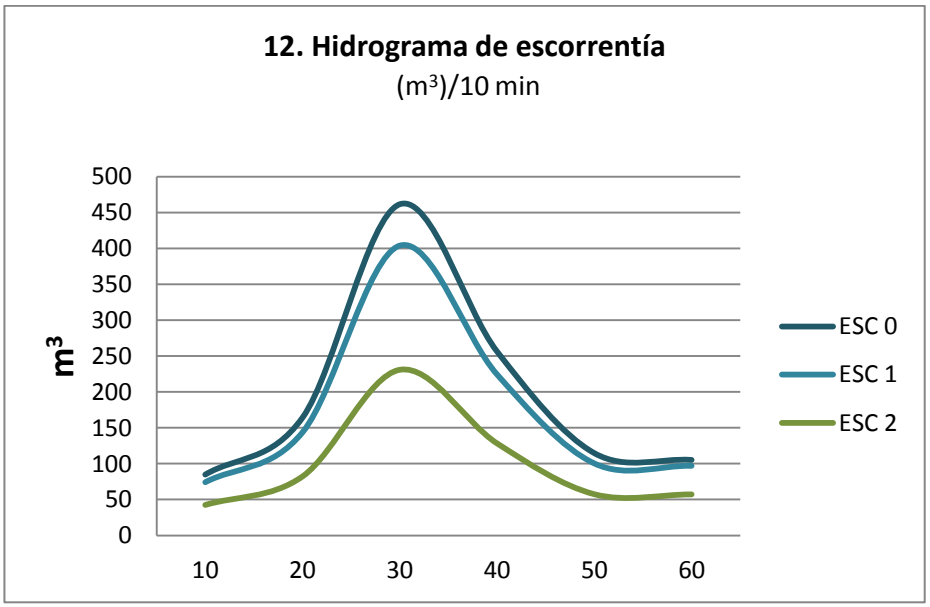
A partir de las curvas IDF de la estación meteorólogica correspondiente, se define el hietograma de aguacero propio de un periodo de retorno de diez años, correspondiente a un evento de una hora de duración y una intensidad de 39,5 mm/h, que se dividirá en periodos diezminutales (ver en apartado 3.1., tabla 1 y figura 4).

Como podemos observar en el gráfico 11, el volumen procedente de las viviendas que fluye por el sistema de saneamiento durante estos eventos no alcanza siquiera el 1% del total en ninguno de los tres escenarios. Aproximadamente un tercio del volumen de agua se origina en la escorrentía procedente de los bajantes mixtos de las cubiertas de los edificios. No obstante, la mayor parte del caudal procede de los bajantes separativos de cubiertas o de los espacios públicos, siendo esta agua la que más fácilmente puede ser tratada e infiltrada antes de su incorporación a la red de saneamiento.

De esta manera, la naturalización de superficies en el Esc.1. produce por sí misma una disminución de en torno al 10% en relación a la situación actual. En el Esc.2, el mayor incremento de áreas verdes y la desconexión de superficies impermeables a través de la implementación de SUDS permite una reducción del 50% del caudal de escorrentía en el Esc.2.



Analizando el hietograma de escorrentía del evento de tormenta (gráfico 12), observamos cómo la permeabilización de la barriada de Las Huertas, gracias a la incorporación de áreas verdes y SUDS, además de esta disminución del volumen total de escorrentía, permite una reducción importante del caudal pico, lo cual redunda muy positivamente en la mejor gestión de estos eventos en la red de saneamiento urbano, que representa uno de los principales retos de la gestión del ciclo urbano del agua en la actualidad.



BIBLIOGRAFÍA

- Gascon, L., Arregui, F., Cobacho, R., Cabrera Jr., E. (2004). *Urban water demand in Spanish cities by measuring end uses consumption patterns.* Instituto Tecnológico del Agua. Universidad Politécnica de Valencia. Water Sources Conference. Austin Texas, E.E.U.U.
- Harris, I., P.D., Jones, T.J., Osborn Y Lister, D.H. (2004). *Updated high-resolution grids of monthly climatic observations – the CRU TS3.10 Dataset*. International Journal of Climatology, 34, nº 3. 623-642. doi:10.1002/joc.3711.
- Heredero R., Chamochín, R., Vilar, JL., Suárez, F. (2010). *Eficiencia en el uso del agua en jardinería en la Comunidad de Madrid*. Cuadernos I+D+i, Nº 10. Canal de Isabel II. ISBN: 978-84-938193-1-6.
- Makropoulos, C. (2014). *Thinking platforms for smarter urban water systems: fusing technical and socio-economic models and tools.* Geological Society, London, Special Publications. doi 10.1144/SP408.4
- Makropoulos, C.K., Natsis, K., Liu,S., Mittas, K., Butler, D. (2008). *Decision support for sustainable option selection in integrated urban water management*. Environmental Modelling & Software 23 : 1448–1460.
- Rozos, E., Makropoulos, C. (2013). *Source to tap urban water cycle modelling.* Environmental Modelling & Software 41: 139-50.
- Rozos, E., Makropoulos, C (2012). *Assessing the combined benefits of water recycling technologies by modelling the total urban water cycle.* Urban Water Journal 9 (1): 1-10. doi:10.1080/1573062X.2011.630096.

AQUA-RIBA

Sistemas de Gestión Sostenible del Ciclo del Agua en la Rehabilitación Integral de Barriadas en Andalucía.

CASO DE ESTUDIO: BARRIADA DE "LAS HUERTAS". SEVILLA.

ANEXO 6.9.

CONCLUSIONES DEL CASO DE ESTUDIO

Equipo AQUA-RIBA

Sevilla, Marzo 2015

Agencia de Obra Pública de la Junta de Andalucía
CONSEJERÍA DE FOMENTO Y VIVIENDA

Unión Europea
Fondo Europeo de Desarrollo Regional

CONCLUSIONES GENERALES

- El **vecindario participante agradece y destaca la información proporcionada**, así como reconoce la necesidad de que se sensibilice al conjunto del vecindario sobre todas estas cuestiones. Reconoce tener desconocimiento sobre diferentes temas, entre ellos la estructura de la factura del agua, lo que dificulta o impide su comprensión.
- Las propuestas que implican **baja inversión por parte del vecindario y ahorros en el consumo de agua son bien acogidas**. Las propuestas que (sin suponer una inversión por parte del vecindario) **revierten positivamente en una mejora en la gestión del ciclo urbano del agua** y en la calidad de los espacios públicos **también son recibidas con entusiasmo.**
- Las propuestas asociadas a **elevadas inversiones y de largo periodo de amortización no se consideran apropiadas** debido a:
  - Elevada media de edad en la población, lo que supone perspectivas de plazos breves o inciertos de aprovechamiento de la inversión.
  - Situación económica precaria en un importante porcentaje de la población de la barriada.
  - La consideración de que todo lo que implique un gasto genera exclusión en un sector de la población que no puede hacer frente a él.
  - La sensación de desatención por parte de las administraciones públicas (especialmente AVRA) percibida por el vecindario.
  - Falta de sentimiento de propiedad, ya que las personas que continúan en régimen de alquiler no consideran apropiado hacer una inversión en un inmueble "propiedad" de AVRA.

- Las propuestas asociadas a una mayor implicación vecinal son recogidas positivamente, pero se reconoce la necesidad de **fortalecer la estructura social en la barriada**, sobre todo en lo que respecta a la incorporación de las personas jóvenes.
- Algo que parece una obviedad pero que resulta interesante tener en cuenta es que las propuestas que no responden a las características sociales y económicas de la barriada no disfrutan de la aceptación del vecindario. La aceptación del vecindario es fundamental ya que de ellos depende en última instancia que las propuestas se implementen (en un supuesto real) y/o que se mantengan operativas en el tiempo.
- En el proceso de consulta, desarrollado en la primera etapa del trabajo (caracterización, diagnóstico, definición de objetivos) y corroborado en el proceso de devolución de resultados, se confirma que la **salud, el coste del agua, el saneamiento, el espacio público y la equidad** en la distribución de costes y beneficios son temas en los que se centra el interés de la ciudadanía y en los que hay que apoyarse para suscitar interés y apoyo a las propuestas.
- Es necesario clasificar las actuaciones atendiendo a las **diferentes escalas de intervención y niveles de complejidad** (individual, vivienda, edificios, barrios y conjunto de la ciudad).
- En la fase del trabajo dedicada a la devolución de los resultados a los agentes sociales, se ha corroborado la necesidad de **identificar los retornos económicos** (vía reducción de costes para los usuarios) que las actuaciones para la mejora de la eficiencia en el uso de agua y energía pueden tener. Este enfoque es fundamental en la perspectiva de generar los recursos necesarios para la **incorporación de empresas de servicios**

ambientales que complemente técnica y organizativamente la iniciativa de las comunidades de vecinos, que es el punto de partida imprescindible.

CONCLUSIONES CONCRETAS

Las **conclusiones concretas** más importantes relativas a la profundización, integración y valoración de las propuestas planteadas en el **caso de estudio de la barriada de Las Huertas** se pueden sintetizar en las siguientes:

- En cuanto a la incorporación de **dispositivos de ahorro de agua en las viviendas**, es de destacar que son recibidos con mayor aceptación aquellos que se añaden a las instalaciones existentes (un porcentaje alto de los vecinos tienen incorporadas algunas de estas medidas en sus domicilios), frente a los que requieren sustitución de elementos. Esto se debe tanto a la facilidad para su implementación como a los costes de inversión y plazos de amortización, que van desde periodos de menos de un año en el primer caso a periodos entre 3,5 y 11 años en el segundo, estando la significación este dato claramente correlacionada con la edad media del vecindario.
- En relación a las medidas de **mejora de la eficiencia en la presión de suministro**, se detectan dificultades en el vecindario en la comprensión de los términos en que esta se presentó. No obstante, es una medida bien recibida en tanto responde a un problema detectado por el propio vecindario, que en algunos casos ha buscado soluciones individuales al problema del exceso de presión.
- Del análisis de las condiciones de implantación de **instalaciones de producción de agua caliente sanitaria termo-solar** se desprende que, a pesar de proponerse instalaciones comunitarias, los costes de la instalación son difícilmente compensados con los ahorros generados, circunstancia que sólo se hace posible en el caso de que originalmente se cuenta con ACS calentada con electricidad o en viviendas con muy alta ocupación, y siempre que se considere cierto porcentaje de subvención por parte de la administración (mínimo 40%).
- Para los y las vecinas de Las Huertas, ésta es una **opción que se considera interesante pero no en su barrio**, ya que, como se repetirá en otras ocasiones, cualquier medida que implique grandes inversiones y largos plazos de amortización se considera no adaptada a sus condiciones de contexto (población mayor y con escasos recursos en muchos casos).
- En relación a las propuestas dirigidas a la implementación de sistemas de **depuración de aguas grises,** se concluye que, frente a los sistemas compactos más automatizados, son los sistemas naturalizados, que implican menores costes tanto en su instalación como en su uso y mantenimiento, los que presentan capacidad de ahorro para la comunidad desde el primer momento, sin necesidad de considerar en este caso subvenciones de ningún tipo por parte de la administración.
- Tanto **el vecindario como otros agentes sociales** (comunidad educativa) **se manifiesta receptivo** a este tipo de instalaciones, aunque se señala la dificultad que representa poner de acuerdo a un núcleo completo o a toda la barriada para llevarlas a cabo.
- En relación a propuestas que repercuten en una mejora de la **gestión del agua en el espacio público** todos los agentes se muestran, en general, a favor de su implementación. El vecindario manifiesta que, en relación a algunos de estos aspectos, se han realizado ya reivindicaciones a las administraciones. Es de destacar que, según el estudio realizado, las **inversiones necesarias** para su implementación se pueden

considerar moderadas, situándose para el conjunto del barrio por debajo de los 125.000 € (presupuesto de contrata con IVA incluido).

- En general, existe **sensibilidad en cuanto al uso del agua para riego** (ya detectada en las buenas prácticas llevadas a cabo por el vecindario), que se materializa en la aceptación de cualquier medida que permita la disminución del consumo o el uso de recursos alternativos.
- También se percibe sensibilidad hacia las cuestiones relativas a la mejora del drenaje urbano, existiendo una **aceptación generalizada hacia los SUDS propuestos**. No obstante, se insiste desde la dirección de la AA.VV en la conveniencia de la construcción del tanque de tormentas, a pesar de las grandes inversiones requeridas, por las ventajas que, según les han transmitido los técnicos de EMASESA, representaría para el barrio (reurbanización del espacio, agua para riego y limpieza de alcantarillado).
- Entre las **propuestas recibidas con mayor entusiasmo** se encuentran las relativas a la **naturalización de la barriada**, ya que responden a importantes reivindicaciones vecinales relacionadas con dos de los problemas clave del barrio: los posibles daños sobre la salud que generan las infraestructuras que rodean al barrio (vía de Tren de Alta Velocidad, transformadores eléctricos), a paliar con la creación de pantallas vegetales, y la posibilidad de generar cohesión social e integración intergeneracional a través de la creación de huertos sociales.
- En relación a los centros escolares, las personas de la **comunidad educativa** que asisten a las sesiones se muestran **muy receptivas al conjunto de medidas propuestas**, planteando incluso cuestiones relativas a la implementación de reutilización de aguas grises, que a priori no se había considerado aplicar en esos equipamientos. También comentan que algunas de las medidas de mejora del drenaje y el espacio público propuestas ya habían comenzado a implementarse, gracias al proyecto de huerta escolar puesto en marcha el curso anterior.

