

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID



**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS**



**SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA
CONSTRUCCIONES EN ZONAS INUNDABLES.
CRITERIO DISEÑO. SOLUCIONES DE
MINORACIÓN DEL RIESGO DE FALLO.**

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Laura Illeana Pérez Soriano
Ingeniera Civil

Madrid, Febrero 2014

**ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL: CONSTRUCCIÓN**

**MÁSTER UNIVERSITARIO EN
INGENIERÍA DE LAS ESTRUCTURAS, CIMENTACIONES Y
MATERIALES**

**SEGURIDAD ESTRUCTURAL PARA
CONSTRUCCIONES EN ZONAS INUNDABLES.
CRITERIO DISEÑO. SOLUCIONES DE
MINORACIÓN DEL RIESGO DE FALLO.**

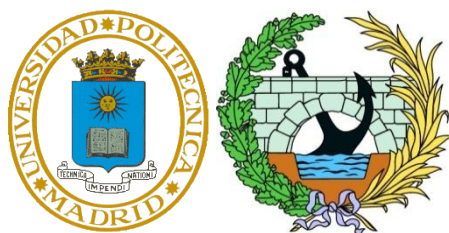
Laura Illeana Pérez Soriano

Ingeniera Civil

TUTOR

Dr. Ing. Fernando Rodríguez

Madrid, Febrero 2014



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS
DE CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

Departamento de Ingeniería Civil: Construcción

Tribunal nombrado por el Magnífico y Excelentísimo Sr. Rector de la
Universidad Politécnica de Madrid el día 24 de febrero de 2014.

Presidente D.

Vocal D.

Vocal D.

Vocal D.

Secretario D.

Realizado el acto de defensa y lectura de la Tesis el día 24 de febrero
de 2014 en la E.T.S.I. de Caminos, Canales y Puertos.

EL PRESIDENTE

EL SECRETARIO

LOS VOCALES

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Dios por permitirme finalizar este Trabajo de fin Máster, que a pesar de todo lo que se ha podido presentar a través de este año y medio trabajo siempre me ha demostrado que la fe en Dios nos da la victoria, y que para Dios nada es imposible.

A mi familia que a pesar de la distancia me ha apoyado moral y económicamente todo este tiempo que he estado en este país. Y por haber creído en mí siempre.

A mi novio que me ha brindado su amor y su apoyo constante, y ha creído en mí en todo momento. Ha sido parte de mi fortaleza durante todo este recorrido.

A los buenos amigos que he conocido aquí que siempre me han brindado su apoyo y me han estado ayudado siempre a sacar este proyecto que ha sido el máster.

A mis profesores y colaboradores que me han ofrecido su ayuda a través de sus conocimientos educativos y profesionales.

RESUMEN

La gestión de riesgos debe ser entendida como una determinación de vínculos entre lo que se asume como vulnerabilidad, y la forma en la que se determinarían o estimarían la probabilidad en la concurrencia de un determinado hecho, partiendo de la idea de la concurrencia de un fenómeno y las acciones necesarias que deberán llevarse a cabo.

El tema de vulnerabilidad y riesgo, cada día toma más importancia a nivel mundial, a medida que pasa el tiempo es más notoria la vulnerabilidad de ciertas poblaciones ante la presencia de determinados peligros naturales como son: inundaciones, desbordes de ríos, deslizamientos de tierra y movimientos sísmicos.

La vulnerabilidad aumenta, a medida que crece la deforestación. La construcción en lugares de alto riesgo, como por ejemplo, viviendas a orillas de los ríos, está condicionada por la localización y las condiciones de uso del suelo, infraestructura, construcciones, viviendas, distribución y densidad de población, capacidad de organización, etc.

Es ahora donde la gestión de riesgos, juega un papel muy importante en la sociedad moderna, siendo esta cada vez más exigente con los resultados y calidad de productos y servicios, además de cumplir también, con la responsabilidad jurídica que trae la concepción, diseño y construcción de proyectos en zonas inundables.

El presente trabajo de investigación, se centra en identificar los riesgos, aplicando soluciones estructurales y recomendaciones resilientes para edificaciones que se encuentren emplazadas en zonas inundables. Disminuyendo así el riesgo de fallo estructural y el número de víctimas considerablemente. Concluyendo con un Catálogo de Riesgos y Soluciones para edificaciones en zonas inundables.

ABSTRACT

Risk management should be understood as a determination of links between what is assumed to be vulnerable , and how that would be determined or would estimate the probability in the occurrence of a certain event, based on the idea of the occurrence of a phenomenon and necessary actions to be carried out .

The issue of vulnerability and risk, every day takes more importance globally, as time passes is more notorious vulnerability of certain populations in the presence of certain natural hazards such as floods, swollen rivers, landslides and earthquakes.

Vulnerability increases as it grows deforestation. The construction in high-risk locations, such as homes on the banks of rivers, is conditioned by the location and conditions of land use, infrastructure, construction, housing, distribution and population density, organizational skills, etc.

Now where risk management plays a very important role in modern society, is being increasingly demanding with the results and quality of products and services, and also comply with the legal responsibility that brings the conception, design and construction projects in flood zones.

This research focuses on identifying risks, implementing structural solutions and resilient's recommendations for buildings that are emplaced in flood zones. Thus decreasing the risk of structural failure and the number of victims significantly. Concluding with a Catalogue of Risks and Solutions for buildings in flood zones.

ÍNDICE GENERAL

Agradecimiento	i
Resumen	ii
Abstract	iii
Índice General	iv
CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN GENERAL	
1.1 Motivación	1
1.2 Objetivos.	3
1.3 Metodología de Investigación	3
1.4 Alcance	4
CAPÍTULO 2 ESTADO DEL ARTE	
2.1 La Inundación como Peligro Natural	5
2.2 El Cambio Climático	7
2.2.1 El Cambio Climático en España	8
2.2.2 El Cambio Climático en Republica Dominicana	9
2.3 Concepto de Inundación	9
2.4 Clasificación de las Inundaciones	11
2.5 Zona Inundable	13
2.5.1 Llanura de Inundación	13
2.5.2 Zona de Inundación No Tolerable	14
2.5.3 Via de Intenso de Desagüe	14
2.5.4 Zona de Flujo Preferente	14
2.5.5 Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables	14
2.6 Efectos de las Inundaciones sobre las Estructuras	15
2.7 Estudios Requeridos para la evaluación de Inundaciones	16
2.8 Concepto sobre la Gestión de Riesgos de Inundación	17
2.8.1 La Amenaza	17

2.8.2	Vulnerabilidad	18
2.8.3	Riesgo Inundación	19
2.8.4	Mitigación	21
2.8.5	Estrategias	21
2.8.6	Resiliencia	21
2.8.7	Ordenamiento Territorial	22
2.8.8	Elaboración de Planes de Emergencia	23
2.9	Normativa	24
CAPÍTULO 3 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN		
3.1	Introducción	27
3.2	Revisión de Documentación	28
3.2.1	Análisis de la Información	28
3.2.2	Implementación de la Técnica de la Revisión de Documentación	29
3.3	Brain Storming ó Tormenta de Ideas	78
3.4	Encuesta por el Método Delphi	86
3.5	Catálogo de Riesgos y Soluciones	93
3.6	El contenido de la Gestion del Riesgo	109
CAPITULO 4: CASO DE ESTUDIO		
4.1	Caso de Estudio: Análisis del Riesgo de Inundación en la Republica Dominicana. Caso especial de los asentamientos a la orilla del Río Ozama en Santo Domingo.	110
4.2	Conclusiones del Caso de Estudio	114
4.3	Comentario	115
CAPITULO 5: CONCLUSIÓN		117
BIBLIOGRAFÍA		119
ANEXOS		122

INDICE DE FIGURAS

Figura 2.1: Resumen de desastres socio-naturales a nivel mundial 1975 – 2010, total anual de eventos, afectados y muertes (interpolación lineal y líneas suavizadas. Fuente: EM-DAT.	5
Figura 2.2: Total de eventos por tipo de desastre naturales 1910 -2010. Fuente: EM-DAT.	5
Figura 2.3: Promedio Anual de daños (\$US billion) causados por desastres naturales reportados 1990-2012. Fuente: EM-DAT.	6
Figura 2.4: Anomalías en la precipitación invierno/verano, (DEF/JJA), durante un evento La Niña. (NOAA &TAO, 2011)	8
Figura 2.5: Tipos de Amenazas.	17
Figura 2.6: Concepto de Riesgo en el marco de PATRICOVA.	20
Figura 3.1: Esquema de Catalogo de Riesgos y Soluciones para una edificación en una zona inundable.	27
Figura 3.2: Misión de la Revisión de Documentación.	28
Figura 3.3: Pasos para la implementación de la técnica de revisión de documentación.	29
Figura 3.4: Esquema de Catalogo de Riesgos y Soluciones para una edificación en una zona inundable.	40
Figura 3.5: Grafico de la Regla 80-20 de Pareto	65
Figura 3.6: Antes de realizar la actividad de la Tormenta de Ideas.	78
Figura 3.7: Durante la realización de la actividad de la Tormenta de Ideas.	79
Figura 3.8: Pasos para la implementación del método Delphi.	86
Figura 4.1: Identificación y Geolocalización de Viviendas en Riesgo. Fuente: www.cuencaozama.com.do	112
Figura 4.2: Riesgo por Inundación el Sector de la Barquita. Fuente: www.cuencaozama.com.do	113
Figura 4.3: Detalle de Sección de Riesgo de Inundación. Fuente: www.cuencaozama.com.do	114
Figura 4.4: Vista del Sector la Barquita Inundado.	116

INDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Estudios requeridos para la evaluación de inundaciones.	16
Tabla 3.1: Selección de Palabras Claves.	30
Tabla 3.2: Grupo A: Legislación y Normativa Nacional e Internacional.	34
Tabla 3.3: Grupo B: Libros, Guías y Manuales Técnicos.	35
Tabla 3.4: Grupo C: Artículos de Investigación, Publicaciones, Conferencias, Congresos y Tesis Universitarias.	37
Tabla 3.5: Valoración y Ponderación del Grupo A.	43
Tabla 3.6: Valoración y Ponderación del Grupo B.	44
Tabla 3.7: Valoración y Ponderación del Grupo C.	45
Tabla 3.8: Riesgos de una edificación en una zona inundable.	46
Tabla 3.9: Recomendaciones para una edificación en una zona inundable.	50
Tabla 3.10: Valoración y ponderación del Set de riesgos aportados por la Revisión de Documentación.	62
Tabla 3.11: Valoración y Ponderación del Set de Recomendaciones aportadas por la Revisión de Documentación	63
Tabla 3.12: Set Final de Riesgos de la Revisión de Documentación.	66
Tabla 3.13: Set Final de Recomendaciones de la Revisión de Documentación.	70
Tabla 3.14: Set de Riesgos aportados por la Actividad de la Tormenta de Ideas	82
Tabla 3.15: Set de Soluciones aportadas por la Actividad de la Tormenta de Ideas.	83
Tabla 3.16: Set de Riesgos aportados por el Método Delphi	89
Tabla 3.17: Set de Soluciones aportadas por el Método Delphi	90
Tabla 3.18: Catálogo de Riesgos para una Edificación en una Zona Inundable.	94
Tabla 3.19: Catálogo de Soluciones para Edificaciones en Zonas Inundables	98
Tabla 4.1: Indicadores de Vulnerabilidad para el Sector de la Barquita.	112

CAPITULO 1. Introducción General

1.1 Motivación

Durante siglos, las civilizaciones antiguas lograron comprender la dinámica de las inundaciones y adaptarse para beneficiarse de éstas, sin sufrir consecuencias graves. Con el paso del tiempo, las inundaciones se transforman en desastres y catástrofes humanas debidas, al acelerado y desordenado crecimiento de la población en áreas vulnerables, a modelos de desarrollo económico desarticulados de la sostenibilidad ambiental y al cambio climático.

Según la base de datos de desastres internacionales (EM-DAT) en los últimos registros activos de la década del 2002 al 2012 se han reportado 4.295 desastres naturales los cuales han registrado 2.801 millones de víctimas a nivel mundial, es decir en el periodo temporal del 2002 al 2012 se obtuvo una media de 1.53 millones de víctimas por desastre.

Además la EM-DAT en 2011 reporta más de 1.705.000 personas muertas a causa de 8.246 desastres socio-naturales ocurridos en las 3 últimas décadas. Un 78% de ellos están relacionados con amenazas hidrometeorológicas y el 77% de las víctimas se localizaron en países en vías de desarrollo.

Asimismo el promedio anual de daños causados por inundación en el periodo de 1990-2012 según la EM-DAT, se registra un valor de 5 billones de dólares para Europa, 5 billones de dólares para América y 15 Billones de dólares para Asia.

A medida que el fenómeno del calentamiento global se hace más patente en nuestro planeta, sus efectos son más perceptibles dentro del ciclo hidrológico, motivo por el cual los científicos pronostican periodos de sequías e inundaciones más prolongados, aceleración de la fusión de los glaciares y cambios drásticos en los patrones de precipitación y nieve.

El mundo ya está experimentando cambios a gran escala en lugares como los Andes y el Himalaya, donde están desapareciendo los glaciares y llevándose consigo la fuente de agua potable y riego para millares de personas. Las inundaciones, sequías, tormentas y otros desastres naturales relacionados con el clima han obligado a millones de personas a abandonar sus hogares. (Fuente: National Geographic)

Recientemente está cambiando la base conceptual entendiendo que la vulnerabilidad es la principal causa de las pérdidas y buscando acciones para reducirlas, enmarcando estas en el contexto de desarrollo sostenible, como lo plantean los objetivos de desarrollo del milenio (Carvajal-Escobar, 2011).

El Riesgo de Inundación se entiende como la probabilidad del Peligro de Inundación por la Exposición y por la Vulnerabilidad (CENAPRED, 2004); es decir el peligro es el fenómeno natural el cual puede ocasionar daños a la infraestructura , al ambiente o a las personas.(exposición y vulnerabilidad) . El Riesgo puede entenderse también como el Peligro (Amenaza natural) por las Consecuencias.

$$\text{Riesgo} = \text{Peligro} * \text{Exposición} * \text{Vulnerabilidad}$$

A pesar de la fuerte decrecida en el número de víctimas, observando que la tendencia de los desastres naturales es creciente, por ello en este trabajo de fin de máster, he desarrollado un Catalogo de riesgos y soluciones para edificaciones en zonas inundables. Que permita poder afrontar los desastres naturales en el ámbito de inundación, y minimizar las víctimas.

Además partiendo de la base que no hay estudios de los efectos de las inundaciones en las estructuras. Solo algunas quías en España, y en la República Dominicana no existe ninguna guía de referencia ni libros que manifiesten bien el fenómeno de las inundaciones sobre las estructuras. Por tanto se hace necesario este tipo de investigaciones que estudien y aporten soluciones respecto a dicho tema.

1.2 Objetivos

Objetivos Principal

Realizar el análisis de la gestión de riesgos para edificaciones emplazadas en zonas inundables, creando un Catálogo de Riesgos y Soluciones para dichas edificaciones.

Objetivos Secundarios

Para lograr este objetivo se plantean desarrollar las siguientes actividades:

- Estudiar las variables que intervienen en los fallos debido a inundación.
- Evaluar los factores o medidas de seguridad a considerar para sumárselo al método tradicional de construcción.
- Estudio de los riesgos aceptables en la construcción en zonas inundables, y como lograr la minoración de los mismos.

1.3 Metodología de la Investigación

Para el cumplimiento de los objetivos principal y secundarios, hemos desarrollado una metodología de investigación apoyada en el “Método LOGRO” que significa Líder en Organización de Gestión de Riesgos y Oportunidades, la cual se basa en definir una lista de riesgos y/o soluciones con sustento en el método científico. Es una metodología desarrollada por el Ing. Fernando Rodríguez López en su libro “Metodología para definir el nivel de riesgo de daños materiales en proyectos de edificios” y ha sido verificada por dos tesis doctorales de los ingenieros Pavel Hruškovič y Gonzalo Fernández Sánchez.

De este método se han elegido tres técnicas de identificación de riesgos y/o soluciones mitigadoras o de buenas prácticas, a implementar:

1. Revisión de Documentación, abarcando toda la información útil, localizada en libros, normas, manuales, artículos de investigación y tesis, entre otros.
2. Brain Storming o Tormenta de Ideas, en la cual, se han invitado a expertos a un proceso grupo interactivo, para el desarrollo común del tema Seguridad Estructural Para Construcciones En Zonas Inundables, Criterio De Diseño y

Soluciones de Minoración Del Riesgo De Fallo. Proceso descrito en los anexos 2 y 3.

3. Entrevista a Expertos con la finalidad de recopilar datos relacionados al tema de estudio. Para ello, se ha diseñado un cuestionario que se describe en el anexo 4.

Una vez finalizado el proceso, nos dispondremos a ordenar por método. Posteriormente evaluaremos y ordenaremos dicha información por un criterio de priorización y relevancia. Todo esto con la finalidad de obtener conclusiones y recomendaciones para la seguridad estructural en zonas inundables que es el objetivo de este trabajo.

1.4 Alcance

En este trabajo se pretende dar una serie de riesgos que deberían ser analizados en cada proyecto, y de forma general en futuro Manual de Diseño de estructuras para zonas inundables que sirva para mitigar los posibles efectos de la inundación sobre las estructuras.

CAPITULO 2: Estado del Arte.

2.1 La inundación como peligro natural

Las tendencias a nivel global, muestran como con el paso del tiempo la cantidad de desastres socio-naturales continúa en aumento y lo severo de los desastres de la última década. Aunque el promedio de número de víctimas mortales se mantuvo casi constante en la década de los noventa, en los últimos años se reporta un alto número de víctimas, sobre todo en países en desarrollo, (Figura 2.1). Esto puede deberse, al incremento de la población, a la urbanización en áreas con riesgo de desastres y al mayor acceso a información sobre los eventos, aún en lugares remotos.

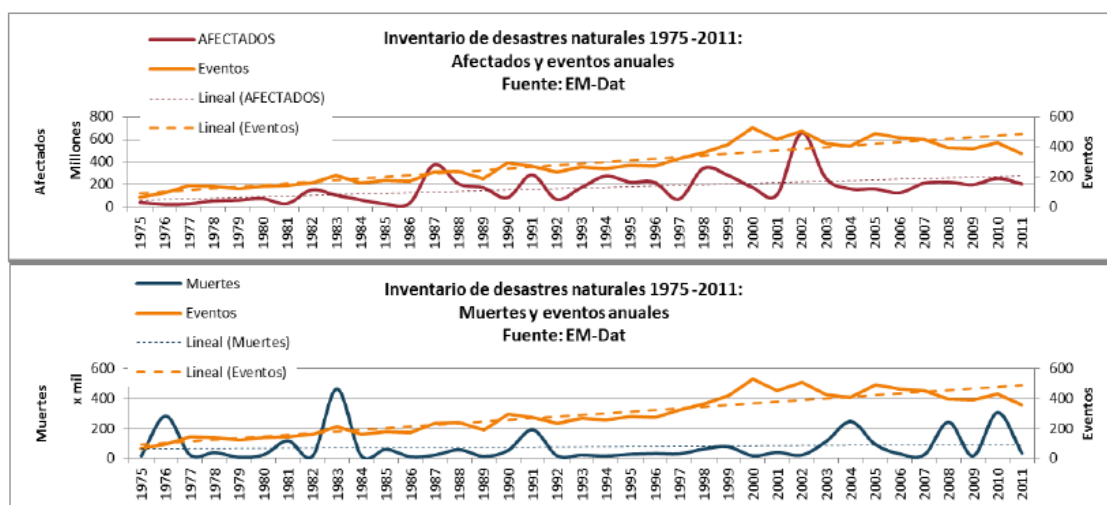


Figura 2.1: Resumen de desastres socio-naturales a nivel mundial 1975 – 2010, total anual de eventos, afectados y muertes (interpolación lineal y líneas suavizadas. Fuente: EM-DAT.

Al clasificar la información por tipo de desastre destacan los de tipo hidrometeorológicos (77%) y de estos el 42% corresponde a inundaciones (Figura 2.2).

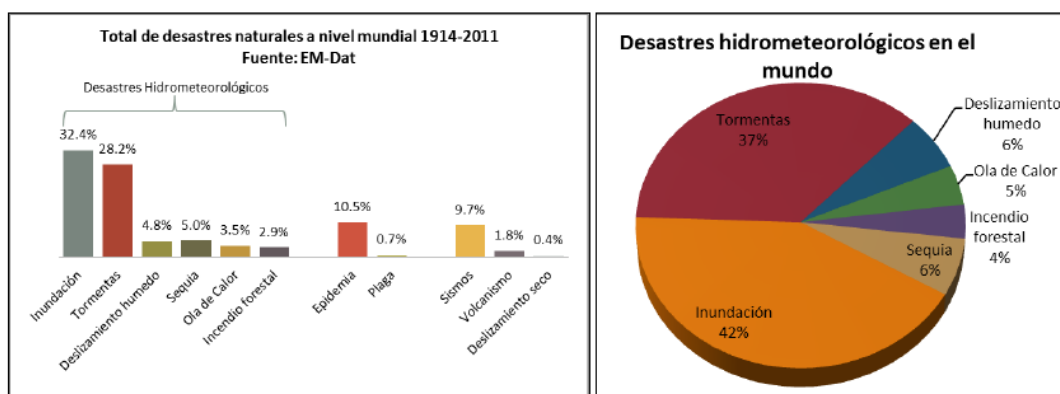


Figura 2.2: Total de eventos por tipo de desastre naturales 1910 -2010. Fuente: EM-DAT.

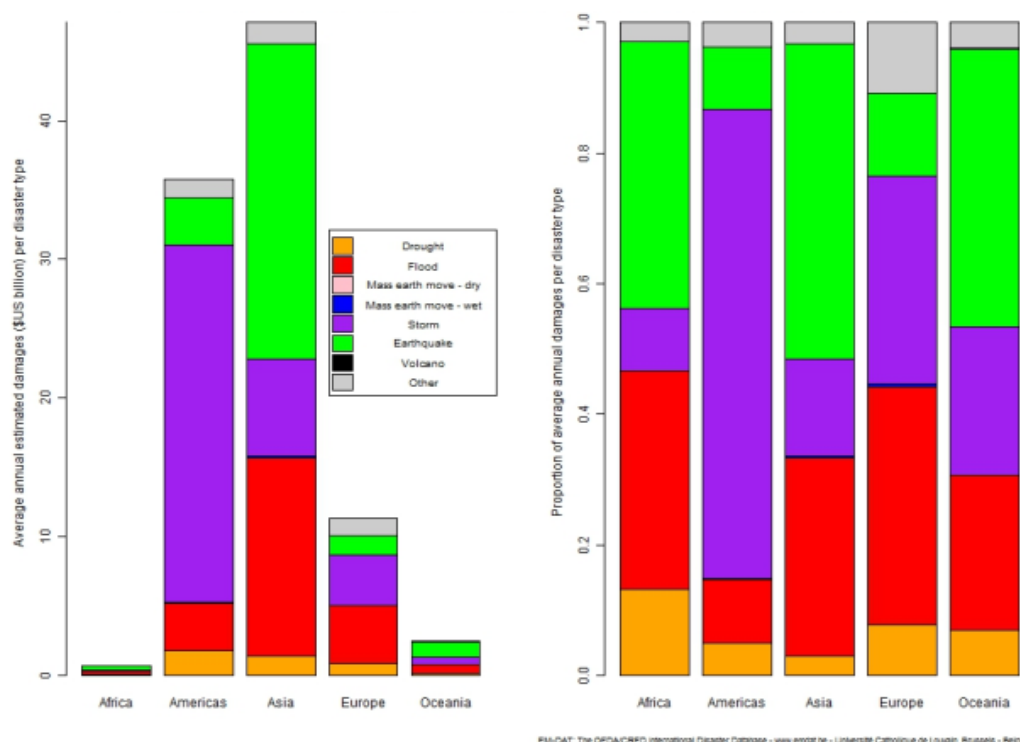


Figura 2.3: Promedio Anual de daños (\$US billion) causados por desastres naturales reportados 1990-2012. Fuente: EM-DAT.

Los fenómenos naturales de origen geológicos, meteorológicos, e hidrológicos (erupciones volcánicas, terremotos, inestabilidades de terrenos, inundaciones, huracanes, tsunamis), representan una amenaza real que influye de manera negativa en el desarrollo económico y social de un país y/o un municipio vulnerables, representando fácilmente, cuando ocurren desastres mayores, un 10% del producto interno bruto (PIB) del país en pérdidas directas.

Aparte de las tormentas, las inundaciones son la causa más frecuente de daños producidos por peligros naturales. A nivel mundial, alrededor de un tercio de todos los eventos notificados y un tercio de los daños económicos resultantes de desastres naturales son atribuibles a los efectos de inundaciones. Lo que sí está claro es que en todo nuestro Planeta tenemos que contar con una mayor frecuencia de catástrofes provocadas por inundaciones.

Las inundaciones son el tipo más común de desastre en todo el mundo. Se estima que constituyen los eventos adversos que ocurren con mayor frecuencia y que a su vez son los más extendidos en espacio e intensidad; además, son los más devastadores y letales entre los desastres de origen natural, en los cuales el número de fallecidos en el mundo (que es aproximadamente el 40% de las víctimas de desastres) es superado solamente por los terremotos.

Según el Consorcio de Compensación de Seguros y el Instituto Geológico y Minero de España, Las inundaciones constituyen el fenómeno natural que mayor incidencia tiene en la sociedad española, los daños por inundaciones se estiman en total en una media en 800 millones de euros anuales. En el período 1971-2009, según las estadísticas del Consorcio corresponden el 62,80 % de la siniestralidad total a inundaciones, seguido de un 19,29 a tempestades ciclónicas y un 7,44% al terrorismo, pagando el Consorcio,

de media, más de 100 millones de euros al año en indemnizaciones a bienes asegurados por los daños causados por las inundaciones.

Partiendo del concepto “vulnerabilidad”, se puede decir que todos los países del mundo están expuestos a sufrir el impacto de algún evento o fenómeno natural, la diferencia estará marcada por el nivel de resiliencia que posea la nación afectada. En el caso de República Dominicana, a pesar de los avances en la planificación y la gestión del Riesgo, es un país altamente vulnerable tanto por su ubicación geográfica, como por las características socioeconómicas y ambientales que le caracterizan. La República Dominicana está sometida constantemente a la presencia de huracanes y terremotos. Desde el pasado siglo XX, el país ha sufrido grandes desastres por eventos naturales extremos que han provocado la muerte de miles de personas y de pérdidas económicas dejando sin hogares a muchas familias y causando además un gran impacto emocional.

En conclusión, las inundaciones es uno de los desastres naturales más destructivos en consecuencias económicas y número de víctimas. Y en general, estas consecuencias son especialmente importantes en áreas urbanas, donde habita la mayor parte de la población y donde pueden darse las consecuencias económicas más importantes.

2.2 El cambio climático

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, 2001), lo define como un cambio en el estado del clima que se puede identificar, (por ejemplo, mediante el uso de pruebas estadísticas), a raíz de un cambio en el valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, y que persiste durante un período prolongado, generalmente decenios o períodos más largos (UNISDR, 2009). El Cambio Climático puede obedecer a muchos factores, como modificaciones en la actividad solar, largos periodos de oscilaciones en los elementos orbitales de la tierra, procesos naturales internos del sistema climático o forzamientos antropogénicos (aumento de concentraciones de gases en la atmósfera) (Carvajal-Escobar, et al., 2007).

La Variabilidad Climática, de acuerdo al IPCC (2001), se entiende como las variaciones del estado medio o normal en los datos estadísticos de clima en todas las escalas temporales y espaciales más allá de fenómenos meteorológicos determinados. Dicha variabilidad puede tener origen en procesos internos naturales del sistema atmosfera-hidrosfera-criosfera-superficie terrestre-biosfera, (variabilidad interna); o a cambios por orígenes externos natural y antrópico (variabilidad externa), como erupciones volcánicas, variaciones solares o cambios en el uso del suelo. La Variabilidad Climática se ve expresada en veranos e inviernos extremos cada cierto tiempo o la sucesión de inviernos suaves seguidos por un invierno muy fuerte, frío y húmedo (NOAA & TAO, 2011).

Sin embargo, en el trópico dicha variabilidad se expresa en términos de periodos secos y temporadas de lluvias. Un ejemplo de esta variabilidad es el fenómeno océano-atmosférico del Niño que altera a gran escala las condiciones normales del ámbito intertropical, con impactos asociados que alteran el clima del planeta (Glantz, et al., 1991), constituyéndose en una de las principales causas de la Variabilidad Climática interanual a nivel mundial (Ribstein, et al., 1997). Los impactos que produce son considerables y duran varios meses. Entre ellos destacan alteraciones en el hábitat

marino, precipitaciones, inundaciones, sequías, cambios en los patrones temporales de las tormentas, etc. Consta de dos fenómenos oceánicos principales: el calentamiento atípico de las aguas tropicales del océano Pacífico, llamado popularmente fenómeno de El Niño, y, por otro lado, el enfriamiento atípico de las mismas aguas, fenómeno conocido como La Niña (UNISDR, 2009).

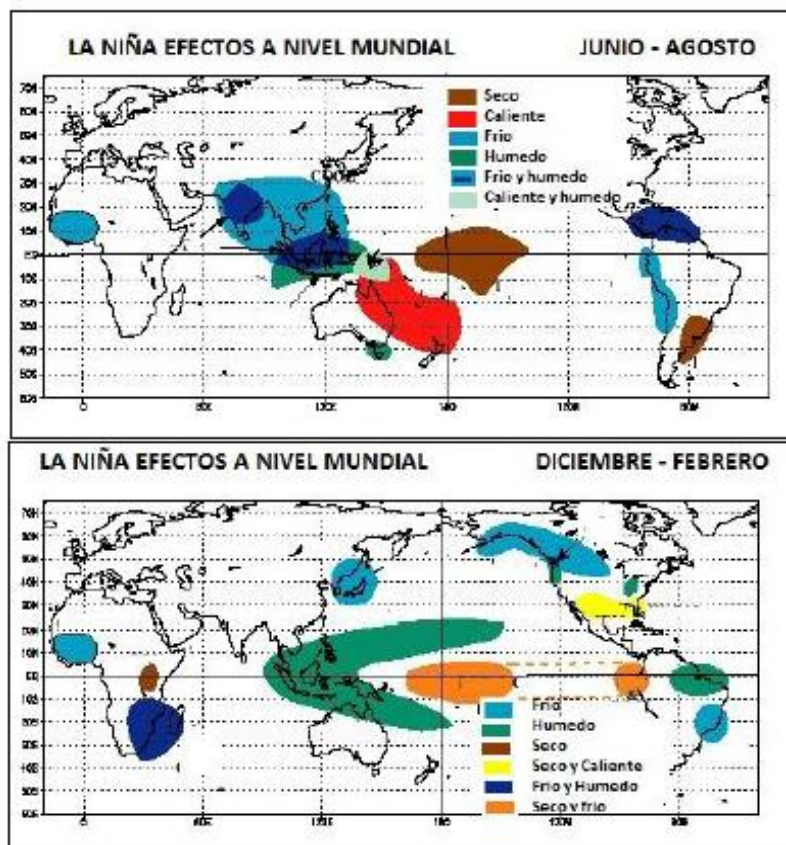


Figura 2.4: Anomalías en la precipitación invierno/verano, (DEF/JJA), durante un evento La Niña. (NOAA &TAO, 2011)

2.2.1 El Cambio Climático en España.

España, por su situación geográfica y características socioeconómicas, es muy vulnerable al cambio climático y se está viendo ya afectada por los recientes cambios. Los impactos del cambio climático pueden tener consecuencias especialmente graves, entre otras, en lo referente a la disminución de los recursos hídricos y la regresión de la costa, pérdida de la diversidad biológica y ecosistemas naturales, aumentos en los procesos de erosión del suelo y pérdidas de vidas y bienes derivadas de la intensificación de sucesos adversos asociados a fenómenos climáticos extremos, tales como inundaciones, incendios forestales y olas de calor. (Evaluación preliminar general de los impactos en España por efecto del cambio climático, Ministerio de Medio Ambiente)

Los impactos no serán homogéneos en todo el país, y algunas zonas serán más sensibles al cambio que otras. No obstante, el nivel de conocimiento actual hace difícil hacer una valoración detallada de que área o sector será más o menos afectado y donde. Las posibilidades de adaptación al cambio son igualmente variadas y no son fáciles de paliar.

El clima de España es enormemente variado debido a su compleja topografía y situación geográfica. Las diferencias especiales de los valores térmicos medios anuales superan los 18°C en el territorio peninsular; el rango de la precipitación anual promedio abarca desde apenas 150 mm a mas de 2.500 mm. A ello hay que añadir la elevada variabilidad climática interanual y la notable amplitud de valores diarios extremos. Así, por ejemplo, la variabilidad pluviométrica anual alcanza coeficientes superiores al 30% en las regiones mediterráneas y el archipiélago canario, y las secuencias de días consecutivos sin lluvia llegan a rebasar los 4 meses en la mitad meridional. Esta variabilidad climática interanual está condicionada, en buena medida, y en concreto en lo que a las precipitaciones se refiere, por los patrones de circulación de la atmosfera en el Hemisferio Norte, particular por la Oscilación del Atlántico Norte. (Evaluación preliminar general de los impactos en España por efecto del cambio climático, Ministerio de Medio Ambiente)

2.2.2 El Cambio Climático en Republica Dominicana.

En República Dominicana los efectos del cambio climático en las estaciones de lluvia han provocado un cambio de patrones durante todo el año. También los periodos de sequía han cambiado, con estimaciones de que su impacto será mayor en las próximas décadas, debido al fenómeno.

En algunas estaciones las lluvias se han desplazado a otros meses, por ejemplo, a junio y diciembre, según las estadísticas de los últimos años.

En algunas regiones del país se registran descompensaciones importantes entre recursos naturales, población y necesidades básicas. Las desproporciones son más marcadas y notorias en regiones áridas, semiáridas y subhúmedas.

Las regiones áridas y semiáridas comprenden el 18 % de la superficie del país y están caracterizadas por un balance hídrico negativo casi todo el año.

Como consecuencia del cambio climático, los eventos extremos se tornan más violentos, tanto en la intensidad de las sequías como las grandes precipitaciones.

Antes de los años 60, la intensidad de precipitación utilizada en el diseño de las obras hidráulicas era de 60 mm/h. Después del Huracán David, 1979, esta estimación resultó ser inferior al valor registrado de 80 mm/h, en Guayabal, Padre Las Casas, entre las 23 y 24 horas del paso del fenómeno. Durante el Huracán Georges, se registró en El Platón de Villa Nizao una precipitación de 104 mm/h entre las 00 y 01 horas del día 23-09-98. Las cifras indican que en 50 años la ponderación de la intensidad de lluvia máxima para el diseño de las obras hidráulicas en el país se ha incrementado en un 40%.

2.3 Concepto Inundación

Según la Oficina de las Naciones Unidas para la reducción del riesgo de desastres expresa que, “El 77% de los desastres en el mundo son de origen hidrometeorológicos y aunque, en general, el riesgo de morir a causa de un ciclón tropical o por una gran inundación fluvial es menor hoy que hace 20 años, el crecimiento de la población mundial ha aumentado la exposición física a tales riesgos y el riesgo de mortalidad se concentra en los países con bajo PIB (UNISDR, 2011). La desigualdad de

oportunidades para acceder a recursos, información y el desequilibrio de poderes a la hora de participar en la planificación y la aplicación de políticas de desarrollo, implican una gran variabilidad de los efectos que una misma peligrosidad ó amenaza hidrometeorológica, puede producir sobre distintos países y sociedades (Porto, et al., 1996). Dichas diferencias en cuanto a vulnerabilidad tienen efecto directo sobre los retos para alcanzar el desarrollo sostenible. Por otra parte, las inundaciones traen beneficios al mejorar los suelos de las planicies, sustentar los ecosistemas y los servicios que prestan. Debido a esto, los pueblos se concentran en las planicies de inundación y aprovechan su productividad en la agricultura, la pesca y los servicios de transporte, contribuyendo en buena medida a la seguridad alimentaria. Entonces, no es posible pretender que las comunidades actuales abandonen las áreas inundables. Por lo tanto, es necesario encontrar un equilibrio entre las necesidades de desarrollo y los riesgos, haciendo sostenible la vida, aun cuando persista un riesgo que atente contra la vida y los bienes (APFM, et al., 2009).”

El término inundación proviene del verbo inundar, proveniente del latín *inundare*: dicho del agua: Cubrir los terrenos y a veces las poblaciones.

Según Ferro (1982) describe las inundaciones como estado en el que el cauce de la corriente se llena y pasado el nivel se desbordan las aguas, inundando así zonas que normalmente no lo están.

Por su parte, para la Organización Meteorológica Mundial no es más que el desbordamiento del agua por encima de los límites normales de una corriente o de otra masa de agua por drenaje sobre zonas que no están normalmente sumergidas.

Se puede plantear también que es el efecto generado por el flujo de una corriente cuando sobrepasa las condiciones que le son normales y alcanza niveles extraordinarios que no pueden ser controlados en los vasos naturales o artificiales que la contienen, lo cual deriva ordinariamente los daños que ocasiona en zonas urbanas, tierras productivas y en general en valles y sitios bajos. (MES, 2003)

La Directiva 2007/60/EC de la Unión Europea define inundación como el cubrimiento temporal por agua de una tierra que normalmente no se encuentra cubierta. Por lo tanto, se incluyen las inundaciones producidas por ríos, torrentes, corrientes de agua efímeras mediterráneas e inundaciones marítimas en zonas costeras.

Las inundaciones son un fenómeno natural provocado por la persistencia de las lluvias en una región determinada que resulta en la anegación de vastas zonas y en el desbordamiento de corrientes de aguas superficiales, arroyos, quebradas, elevación del nivel freático, etc. También pueden ser provocadas por situaciones de origen artificial como la rotura de presas, roturas de tanques o cisternas captadoras de agua, dificultad en la canalización por bloqueo natural o artificial (Velis, et al., 1991).

La inundación es una condición temporaria de ocupación parcial o completa de tierras generalmente secas por parte del agua proveniente del desborde de un río o arroyo, y/o la acumulación inusual de agua desde cualquier fuente. Se desprende que no todas las crecidas (naturales o artificiales) provocan inundaciones. Por lo tanto, la inundación es un concepto de afectación del medio natural y construido producto de la ocupación o utilización del terreno.

2.4 Clasificación de las inundaciones.

Las inundaciones pueden ser clasificadas de acuerdo a diversos criterios como el impacto de las crecidas, el origen, las pérdidas que ocasionan, la frecuencia con que ocurren entre otros.

Si se clasifican atendiendo a su origen, estas pueden ser: (ICE, 2008).

- **Inundación pluvial:** Lluvias de alta intensidad pueden producir inundaciones en áreas urbanas. Este tipo de inundación puede ser más peligrosa en aquellas situaciones en las que el sistema de drenaje de la ciudad sea ineficaz o esté mal dimensionado.
- **Inundación fluvial:** El caudal en ríos y cauces puede desbordar las márgenes e inundar áreas urbanas. Aunque las inundaciones de origen fluvial suelen estar asociadas a fenómenos de tormenta, deben analizarse diferentes fuentes de riesgo, dado que precipitaciones en cuencas situadas aguas arriba pueden ocasionar inundaciones, independientemente de la precipitación ocurrida en el área urbana. Además, otros procesos naturales como el deshielo pueden derivar en importantes inundaciones fluviales.
- **Inundación marítima:** El mar puede inundar zonas urbanas situadas en la costa como resultado de la acción de huracanes, ciclones o tifones. Además, en el caso de zonas urbanas situadas bajo el nivel del mar, si las infraestructuras de protección no son capaces de contener la acción del oleaje, las consecuencias de una posible inundación marítima podrían ser de gran importancia. El mar ejerce, a su vez, de condición de contorno concomitante a la inundación fluvial, no permitiendo desaguar al mar y elevando el nivel del río.

Si vemos la inundación desde el punto de vista de la velocidad que se demora en ocurrir las inundaciones estas pueden ser: (Dirección de prevención y atención de emergencias de Bogotá, Colombia)

- **Súbitas,** que suelen presentarse en zonas de piedemonte, con una corriente de agua con tanta fuerza que es capaz de arrasar todo lo que encuentre a su paso, esta representa su principal característica.
- **Por su parte,** las que se producen de forma lenta se caracterizan por ocurrir en lugares planos, zonas costeras y partes bajas de las cuencas hidrográficas; el nivel de anegamiento en estos casos, se mantiene por un tiempo más prolongado y en un área mayor.

Teniendo en cuenta el impacto de la crecida de los ríos las mismas pueden ser: (www.rinamed.net/es/es_ris_inun.htm)

- **Inundación ordinaria:** es la que se produce cuando el caudal del río aumenta de tal forma que puede alterar el ritmo de vida cotidiano, afectar infraestructuras no permanentes situadas en el río (Ej. pasarelas) o invadir pasos para el cruce del río. Sin embargo, no produce daños materiales mayores.
- **Inundación extraordinaria:** se produce cuando el río se desborda y aunque afecta el desarrollo de la vida ordinaria y produce algunos daños, no genera destrucción completa de infraestructuras. Estas inundaciones pueden ser locales o muy extensas.

- **Inundación catastrófica:** aquella que produce pérdidas materiales graves, como destrucción total o parcial de puentes, molinos u otras infraestructuras, pérdidas de ganado y cosechas.

Si se tiene en cuenta la frecuencia con que ocurren las mismas estas pueden ser según el sitio <http://educacionmedica.pri.sld.cu/defensa/inundaciones.htm>:

- **Frecuentes:** cuando ocurren cada 50 años
- **Ocasionales:** cuando ocurren en un período de 50 a 100 años
- **Excepcionales:** cuando ocurren en un período de 100 a 500 años

Si se analizan teniendo en cuenta los factores que las provocan existen dos tipos (Seco, 1996):

- **Factores Naturales:** pueden ser por causas climatológicas (lluvias intensas, fusión de nieves), o la combinación de la anterior y otros factores (inundaciones en estuarios, costas) y otros (*tsunamis* producidos por sismos, desbordamiento de lagos por entrada de masa sólidas).
- **Factores Antrópicos:** pueden ser por la falla o rompimiento de obras hidrotécnicas (diques fluviales, cortinas de presas), cambios del uso de la tierra y la extracción del minerales del subsuelo.

Otro factor que permite clasificar las inundaciones son los daños causados por estas y pueden considerarse de tres tipos:

- **Directos:** ocurren daños a las propiedades y producción tales como la agricultura, la ganadería, la industria, entre otros.
- **Indirectos:** pérdida de los servicios y productos de una región, derivada de la interrupción temporal de la producción agropecuaria de forma temporal.
- **Intangibles:** daños a la economía que no se pueden cuantificar y no pueden ser repuestos. En este grupo se encuentran los heridos las muertes y los efectos psicológicos o emocionales de los afectados.

El Grupo de Investigación de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid, dirigido por el Ing. Fernando Rodríguez López, clasifica las inundaciones de la siguiente manera:

- **Inundación Normal:** es aquella que no produce daños.
- **Inundación Moderada o Agravada:** es aquella que produce daños recuperables.
- **Inundación Objetivo:** es aquella que produce daño, pero se protegen las personas y los bienes materiales.
- **Inundación Catastrófica:** es aquella que produce víctimas y daños cuantiosos.

2.5 Zona Inundable

Real Decreto 903/2010 considera como una zona inundable los terrenos que puedan resultar inundados por los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas cuyo período estadístico de retorno sea de 500 años, atendiendo a estudios geomorfológicos, hidrológicos e hidráulicos, así como de series de avenidas históricas y documentos o evidencias históricas de las mismas en los lagos, lagunas, embalses, ríos o arroyos, así como las inundaciones en las zonas costeras y las producidas por la acción conjunta de ríos y mar en las zonas de transición. Estos terrenos cumplen labores de retención o alivio de los flujos de agua y carga sólida transportada durante dichas crecidas o de resguardo contra la erosión.

La Protección Civil Española entiende como zonas inundables aquellas zonas normalmente secas que quedan sumergidas temporalmente, como consecuencia de una aportación inusual de agua superior a la que es habitual en esa zona determinada. En España, lo son aquellos territorios que limitan con los lechos de ríos, torrentes, rieras, lagos o aguas continentales que puedan ser afectadas por avenidas con un periodo de retorno de hasta 500 años o que pueden embalsarse por falta de drenaje, y aquellas zonas urbanas donde por la insuficiencia de sistema de cloacas se pueda producir una acumulación de agua debido a lluvias con periodos de retorno inferiores a 10 años.

Según el plan INUNCAT se pueden diferenciar los siguientes tipos de zonas:

- Zonas de inundación ordinaria: con periodo de retorno inferior o igual a 5 años
- Zonas de inundación frecuente: con periodo de retorno entre los 5 y los 50 años
- Zonas de inundación ocasional: con periodo de retorno entre los 50 y los 100 años
- Zonas de inundación excepcional: con periodo de retorno entre los 100 y los 500 años
- Zonas de inundación histórica: con periodo de retorno superior a los 500 años

2.5.1 Llanura de Inundación.

Se puede observar las llanuras de inundación desde varias perspectivas diferentes: “La definición de llanura de inundación depende mucho de las ideas y metas que se tenga en mente. Como categoría topográfica es muy plana y se encuentra al lado de un río; geomorfológicamente, es una forma de terreno compuesto primariamente de material depositado no consolidado, derivado de sedimentos transportados por el río en cuestión; hidrológicamente, esta mejor definida como una forma de terreno sujeta a inundaciones periódicas por un río padre. Una combinación de estas características posiblemente cubre los criterios esenciales para definir una llanura de inundación.”(Schmudde, 1968). Mas sencillamente, una llanura de inundación se define como “una franja de tierra relativamente plana, junto a un río que sufre desborde de las aguas durante las crecidas” (Leopold et al., 1984).

2.5.2 Zona de inundación No Tolerable.

Se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios:

- a) Que el calado sea superior a 1 m.
- b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s.
- c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m²/s.

2.5.3 Vía de Intenso Desagüe

Se entiende por vía de intenso desagüe la zona por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno sin producir una sobre elevación mayor que 0,3 m, respecto a la cota de la lámina de agua que se produciría con esa misma avenida considerando toda la llanura de inundación existente. La sobre elevación anterior podrá, a criterio del organismo de cuenca, reducirse hasta 0,1 m cuando el incremento de la inundación pueda producir graves perjuicios o aumentarse hasta 0,5 m en zonas rurales o cuando el incremento de la inundación produzca daños reducidos. (Reglamento del Dominio Público Hidráulico)

2.5.4 Zona de Flujo Preferente

Es aquella zona constituida por la unión de la zona o zonas donde se concentra preferentemente el flujo durante las avenidas, o vía de intenso desagüe, y de la zona donde, para la avenida de 100 años de periodo de retorno, se puedan producir graves daños sobre las personas y los bienes, quedando delimitado su límite exterior mediante la envolvente de ambas zonas. En la delimitación de la zona de flujo preferente se empleará toda la información de índole histórica y geomorfológica existente, a fin de garantizar la adecuada coherencia de los resultados con las evidencias físicas disponibles sobre el comportamiento hidráulico del río, y la acción combinada con el mar en la zona de transición. (Real Decreto 903/2010 y Reglamento del Dominio Público Hidráulico)

2.5.5 Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables

El Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, siguiendo los principios de la Directiva 2007/60 sobre evaluación y gestión de riesgos de inundación, ha puesto en marcha el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), un instrumento de apoyo a la gestión del espacio fluvial, la prevención de riesgos, la planificación territorial y la transparencia administrativa.

El eje central del SNCZI es el visor cartográfico de zonas inundables, que permite a todos los interesados visualizar los estudios de delimitación del Dominio Público Hidráulico (DPH) y los estudios de cartografía de zonas inundables, elaborados por el Ministerio y aquellos que han aportado las Comunidades Autónomas.

El visor sirve de ayuda a los organismos de cuenca en la emisión de informes sobre autorizaciones en el DPH y zona de policía, en la gestión de avenidas en conexión con el S.A.I.H. (Sistema Automático de Información Hidrológica) y en la planificación de las actuaciones de defensa frente a inundaciones; agiliza la planificación y gestión de inundaciones por los servicios de Protección Civil; facilita la transmisión de información sobre zonas inundables a las administraciones competentes en planificación territorial y empresas promotoras; y permite a los ciudadanos conocer la peligrosidad de una zona determinada.

2.6 Efectos de las Inundaciones sobre las Estructuras.

Con las inundaciones las estructuras, sufren afectaciones, en mayor o menor medida, debido a los altos niveles alcanzados por el agua, su salinidad, la saturación del suelo, las malas prácticas constructivas en los sistemas y los materiales utilizados. El problema está, en que su identificación requiere de evaluaciones técnicas precisas. (IASC Inter-Agency Standing Committee)

Las edificaciones en zonas inundables pueden sufrir daños estructurales como:

1. Socavaciones y fallas en la cimentación.
2. Erosiones en el suelo y por tanto fallo de la cimentación por falta de la capacidad portante del suelo.
3. Saturación del suelo por los efectos de la inundación produciendo deslizamientos, derrumbes y avalanchas, y sus subsecuentes consecuencias como pérdida de la estabilidad del suelo y afectación de la estabilidad del conjunto cimentación y estructura.
4. Al afectar la capacidad portante del suelo, la estructura de la vivienda pierde soportes laterales y horizontales y con ellos su capacidad de carga y de estabilidad.
5. El agua de inundación puede causar el deterioro de los muros exteriores, y en casos de una profundidad de inundación superior a 1m puede incluso hasta hacer fallar los muros por la descompensación de presiones.
6. La estructura puede presentar inestabilidad estructural debido al impacto de escombros de gran magnitud o por la fuerza que puede ejercer sobre un elemento estructural el efecto combinado de acumulación de escombros y la presión hidrostática o hidrodinámica del agua.
7. Se pueden presentar grietas en muros, losas y columnas debido a los efectos del fenómeno de la inundación en función de su magnitud. Daños que pueden ser reparables o irreparables.
8. Deterioro de los materiales de construcción empleados en las edificaciones por la exposición al agua de inundación, ya sea debido a la contaminación de la misma, a la vulnerabilidad del material en presencia del agua, o la salinidad que pueda tener el agua

de inundación. Ej. Corrosión de los elementos estructurales metálicos que no estén protegidos debidamente o que no sean galvanizados o inoxidable.

9. Entre otros muchos más daños.

Las nuevas construcciones deben proyectarse y edificarse con mejoras substanciales cuando se encuentren localizadas en el plano de inundación, es necesario que sean construidas con especificaciones a prueba de inundación que permitan disminuir el riesgo de fallo estructural y por consiguiente el numero de víctimas que se producirían como consecuencia de este escenario.

2.7 Estudios Requeridos para la Evaluación de Inundaciones.

Estudios	Características
Delimitaciones de la Zonas de Estudio	Recopilación de cartografía, fotografías aéreas, MDTs, LIDAR, topografía de campo, inventario de eventos anteriores.
Inventario de Causas de Inundación	Ubicar puntos conocidos de desbordamiento, encharcamiento, con deficiencias de drenaje, avalanchas, obstrucción o sedimentos.
Estudios Geológicos	Grado de permeabilidad e infiltración del suelo. Tipo de suelo y sus propiedades físico-mecánicas.
Estudios Geomorfológicos	Debe orientar sobre la extensión potencial de la inundación y la existencia de vías de flujo desbordado principales. Especificar índices morfométricos como el ángulo, pendiente, inclinación del terreno y altura del terreno con respecto al nivel del mar)
Estudios Biogeográficos	Se centran en la vegetación, ya que evita la erosión, puede servir de barrera natural al agua de inundación y además puede reducir la velocidad del agua de inundación.
Estudio de inundaciones históricas	Conocer el comportamiento meteorológico de la zona es decir conocer la duración, frecuencia y volumen de precipitaciones históricas.
Estudio Hidrológico del caudal de inundación	Para determinar caudales asociados a distintos periodos de retorno, con modelos de tipo hidrometeorológico, si existe estación de aforos con suficientes datos, también es posible el uso de métodos estadísticos.
Estudio Hidráulico Fluvial	Para determinar las capacidades hidráulicas de los causes, puntos de desbordamiento, estabilidad de trayectoria, tendencias futuras, incidencia de obras existentes y proyectados. Los modelos de cálculo deben ser acordes a la problemática a resolver (1D, 2D, permanente, transitorio)
Estudio de pérdidas económicas, ambientales y sociales	Cuantificar los prejuicios que han causado inundaciones anteriores y estimar los prejuicios a cada T. Establecer niveles de riesgo.
Cartografía de detalle del riesgo de inundación	Dejar indicadas las zonas de riesgo, de los cauces, conos de inundación, zonas de acumulación de agua, vías de intenso desagüe.

Tabla 2.1: Estudios requeridos para la evaluación de inundaciones.

2.8 Concepto sobre la Gestión de Riesgos de inundación.

Riesgo potencial y siniestralidad causado por una inundación está determinado por una serie de factores, tales como el nivel del agua, la duración de la inundación, las medidas preventivas adoptadas y el grado de alerta temprana. Las conclusiones obtenidas de la recogida y análisis sistemático de la información sobre pérdidas históricas proporcionan una valiosa base para la toma de decisiones en materia de gestión de riesgos.

El plan de gestión de riesgo de inundaciones de acuerdo al Directiva Inundaciones de la Unión Europea elaborada sólo para las zonas con riesgo de inundación, debe contener unos capítulos iniciales que reflejan la información de partida (elaborada de acuerdo a la metodología exigida por la propia directiva), una descripción de los objetivos perseguidos, un programa de medidas, una descripción de las medidas de información y consulta y una lista de autoridades competentes. La metodología de desarrollo de los planes de gestión de inundaciones es la siguiente:

- Conclusiones de la Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI), con las zonas de riesgo
- Mapas de peligrosidad y riesgo
- Objetivos de la gestión del riesgo
- Resumen de las medidas y prioridades
- Metodología del análisis de la relación coste-beneficios para evaluar las medidas con efectos transnacionales.
- Descripción de las prioridades y la supervisión
- Medidas de información y consulta
- Lista de autoridades competentes y descripción del proceso de coordinación en las demarcaciones internacionales y con la DMA

2.8.1 La Amenaza

Una amenaza es la peligrosidad que representa la probable manifestación de un fenómeno físico de origen natural, socio-natural o antropogénico, que se anticipa y puede producir efectos adversos en las personas, la producción, la infraestructura, los bienes y servicios (PRICC, 2011).



Figura 2.1: Tipos de Amenazas.

Para simplificar la tarea de identificación de las amenazas potenciales, es necesario conocer:

- Historial previo de inundaciones, por ejemplo marcas históricas de niveles de agua, nombre de las calles afectadas, testimonios de los residentes de la zona.

- Ubicación de los bienes en las inmediaciones de humedales y zonas pantanosas.

- Ubicación de los bienes en zonas bajas.

- Proximidad a ríos, riachuelos y otros cauces y masas abiertas de agua como lagos y embalses.

- Proximidad a acequias o canales de drenaje de aguas superficiales.

- Mapas de peligrosidad de inundación: en muchos países europeos la información sobre zonas inundables en relación con grandes masas de agua esta disponible a través de las autoridades locales o de aquellas encargadas de la gestión de recursos hídricos. También en Internet estas disponibles de forma gratuita mapas fiables el nivel previsto de inundación. En relación la peligrosidad en España, es de interés la consulta al visor cartográfico de zonas inundables del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (<http://sig.magrama.es/snczi/visor.html?herramienta=DPHZI>)

En el caso de las actividades comerciales e industriales esta especialmente recomendada la elaboración de un estudio a profundidad sobre la peligrosidad por inundación, en el que, una vez analizada la información disponible para esa zona y realizada una visita de campo, un experto determine los periodos de recurrencia y los niveles asociados a los distintos escenarios.

Para los edificios de vivienda, es prudente realizar una comprobación de la peligrosidad por inundación, particularmente si las características del inmueble, tales como la elevación del terreno sobre el nivel del agua y las medidas de protección con las que está dotado. (Cepreven)

2.8.2 Vulnerabilidad

La vulnerabilidad, es la predisposición o susceptibilidad física, económica, política o social que tiene una comunidad a ser afectada o sufrir los efectos adversos en caso de que se manifieste una amenaza. (Cardona, 2001).

También se podría definir la Vulnerabilidad como la condición en virtud de la cual un sujeto, sistema o población está o queda expuesta o en peligro, de resultar afectada por un fenómeno de origen natural, socio – natural ó humano, llamado amenaza. También hace referencia a la capacidad de una comunidad para recuperarse de los efectos de un desastre. La vulnerabilidad, debe analizarse frente a las condiciones particulares de cada comunidad o ciudad, y a cada amenaza en particular. Además, la vulnerabilidad debe ser interpretada bajo un enfoque multidimensional y de proceso (Causa- Efecto). (ABC de la Gestión de Riesgos, 2004)

Dimensiones de la Vulnerabilidad.

- **Vulnerabilidad Ambiental:** Son aquellas que se relacionan con la manera cómo una comunidad determinada «explora» los elementos de su entorno, debilitándose a sí misma y debilitando a los ecosistemas en su capacidad de absorber sin traumatismo los fenómenos de la naturaleza.
- **Vulnerabilidad Física:** Tiene que ver, entre otros aspectos, con la ubicación física de los Asentamientos, con la capacidad técnica-materiales de ocupación o aprovechamiento del ambiente y sus recursos.
- **Vulnerabilidad Económica:** Se refiere tanto a la ausencia de recursos económicos de los miembros de una comunidad (que los obliga, por ejemplo, a invadir zonas de amenazas o a construir sin la técnica y los materiales adecuados), como a la mala utilización de los recursos disponibles para una correcta «*Gestión del Riesgo*»
- **Vulnerabilidad Social:** Se refiere a un conjunto de relaciones, comportamientos, creencias, formas de organización (institucional y comunitaria) y manera de actuar de las personas y las comunidades que las coloca en condiciones de mayor o menor exposición.
- **Vulnerabilidad Educativa:** Se relaciona con la mayor o menor correspondencia existente entre los contenidos y métodos de la educación que recibe los miembros de una comunidad, y las herramientas conceptuales y prácticas que requieren para participar activamente en la vida de esa comunidad y para contribuir a una relación armónica entre la población y su entorno natural.
- **Vulnerabilidad Política:** Se refiere a los niveles de autonomía (y/o capacidad) que posee una comunidad para tomar o influir sobre las decisiones que la afectan, y a su capacidad de gestión y de negociación ante los «agentes externos» (gobiernos regionales, municipales y nacionales, empresas multinacionales, cooperación internacional, etc.)
- **Vulnerabilidad Institucional:** Se refiere a los obstáculos formales (politización, corrupción, burocracia, etc.) que impiden una adecuada adaptación de la comunidad a la realidad cambiante del ambiente, y una rápida respuesta de las instituciones en caso de desastres.
- **Vulnerabilidad Social relativa a la organización:** Referido tanto a la capacidad de la comunidad para organizarse y establecer en su interior lazos de solidaridad y cooperación mutua. Como a la representatividad y legitimidad de sus organizaciones y líderes.

2.8.3 Riesgo de Inundación

El Riesgo, producto de la interrelación de amenazas y vulnerabilidades es, al final de cuentas, una construcción social, dinámica y cambiante, diferenciado en términos territoriales y sociales. (ABC de la Gestión de Riesgos, 2004)

Aún cuando los factores que explican su existencia pueden encontrar su origen en distintos procesos sociales y en distintos territorios, su expresión más nítida es en el nivel micro social y territorial o local. Es en estos niveles que el riesgo se concreta, se mide, se enfrenta y se sufre, al transformarse de una condición latente en una condición de pérdida, crisis o desastre.

El Riesgo de inundación es probabilidad de que se produzca una inundación combinada con las consecuencias adversas derivadas de la misma para la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica.

Por lo que el análisis del riesgo de inundación consiste en determinar la naturaleza y extensión del riesgo existente mediante el análisis de las amenazas potenciales y evaluación de las condiciones de vulnerabilidad que pueden derivarse de la amenaza potencial. El riesgo puede calcularse mediante el cálculo de la probabilidad de ocurrencia de un evento y el impacto producido en el receptor. (SUFRI)

El concepto de riesgo en el marco de Patricova está determinado por el grado de riesgo, el cual se obtiene del producto entre la amenaza de inundación y la vulnerabilidad de los elementos expuestos (Figura 2.6), es decir la probabilidad de ocurrencia de un peligro por el valor del daño que éste puede causar (Válles-Moran, 2007), (EIRD, 2002), (APFM, et al., 2009).

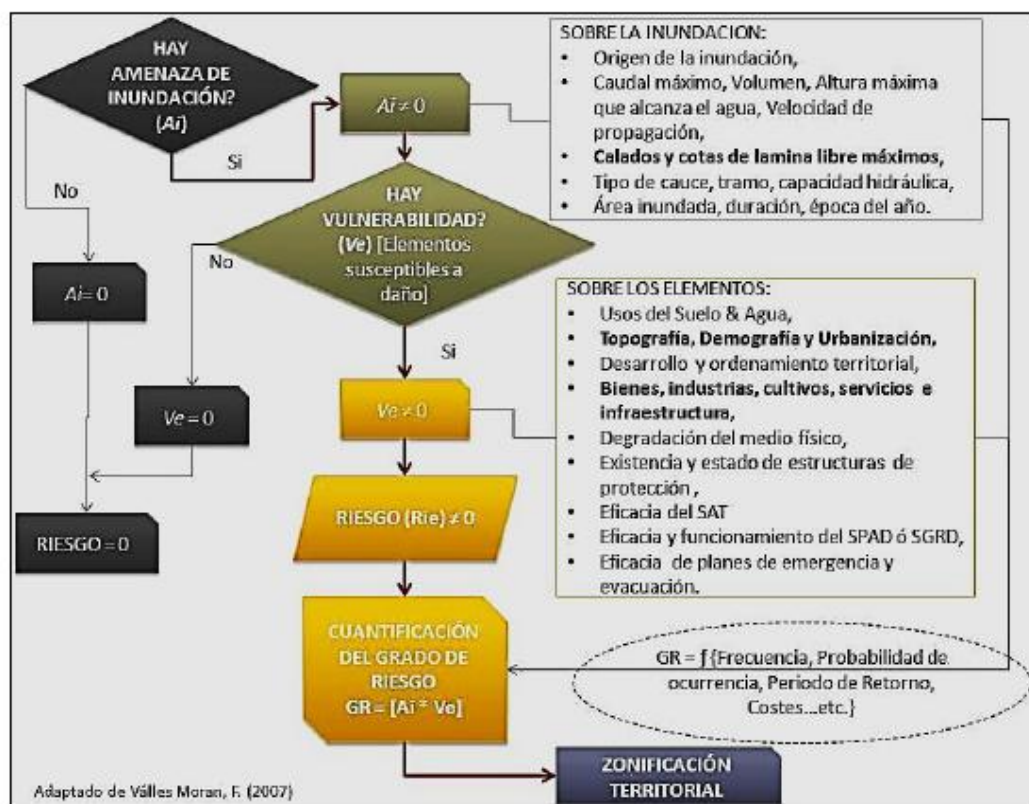


Figura 2.6: Concepto de Riesgo en el marco de PATRICOVA.

2.8.4 Mitigación

La mitigación se refiere a las acciones orientadas a reducir la vulnerabilidad de la población frente a un medio ambiente hostil, y con esto incrementar la capacidad de resistencia de los asentamientos humanos frente a la presencia de fenómenos de origen natural o humano potencialmente destructivos. Juega un papel de gran importancia en la reducción de los riesgos, ya que es la etapa más eficiente de la planificación en términos económicos y sociales. Es imposible evitar completamente la ocurrencia de cierto tipo de fenómenos, y en ocasiones los costos de las medidas preventivas no pueden ser justificados dentro del contexto social y económico de la región amenazada, pero es posible reducir o atenuar los efectos de dichos eventos sobre los elementos expuestos a su acción (Villagran, 1999).

2.8.5 Estrategias

Para la mejor gestión de riesgos de inundación, pueden plantearse diferentes estrategias dependiendo de la peligrosidad, del riesgo y de los objetivos.

La estrategia preferida es la prevención del daño, que puede conseguirse evitando que las propiedades residenciales e industriales se ubiquen en zonas de riesgo.

Existen numerosas medidas de reducción del riesgo de inundación. En general, se dividen en dos grupos: medidas estructurales y medidas no estructurales. Las medidas estructurales engloban todas aquellas construcciones que reducen o evitan el posible impacto de la inundación, incluyendo un amplio rango de obras de ingeniería civil, como, por ejemplo, la construcción de infraestructuras de protección y resistencia a la acción del agua. Las medidas no estructurales incluyen políticas, concienciación, desarrollo del conocimiento, reglas de operación, así como mecanismos de participación pública e información a la población, de modo que puede reducirse el riesgo existente y los impactos derivados de la inundación (UN, 2009).

La aplicación de medidas estructurales puede evitar las consecuencias de inundación hasta un determinado evento, denominado evento de diseño. Dado que siempre puede producirse un evento superior al de diseño para un determinado valor de probabilidad, existe siempre un nivel de riesgo residual, aún cuando la infraestructura se comportase perfectamente. Por otra parte, las medidas no estructurales también ayudan en la reducción de dicho riesgo residual. Sin embargo, éste no puede ser completamente eliminado. Por tanto, el riesgo residual se compone de las consecuencias que no pueden ser evitadas mediante medidas estructurales ni por medidas no estructurales.

2.8.6 Resiliencia

Habilidad de un sistema social o ecológico, de resistir, absorber, adaptarse y recuperarse; una vez haya estado expuesto a un cambio, perturbación o amenaza. Es decir, la capacidad de retener la misma estructura, manera de funcionamiento y habilidad de reorganización frente a factores de estrés, tensión o cambio. La baja resiliencia se expresa en la incapacidad o deficiencia para recuperarse del impacto causado por un fenómeno peligroso (Useche, 2011); (Banco Mundial, 2010); y

(UNISDR, 2009). La forma más eficaz de fortalecer la capacidad de resiliencia de un sistema social evoca al cambio de la percepción de las personas frente a su entorno, al riesgo de desastres y a la reacción frente al mismo.

En el caso de inundaciones de gran impacto, ha de preexistir una planificación que prevea las actuaciones locales a llevarse a cabo, los objetivos concretos sobre los que actuar y los medios disponibles, que previamente han debido de ser comprobados. Esta estrategia, también conocida como “resiliencia frente a la inundación”, pretende reducir los daños causados por el agua cuando esta ya ha entrado en el inmueble. (Cepreven)

2.8.7 El ordenamiento territorial

Los planes de ordenación del territorio son procesos que emprenden las autoridades públicas para identificar, evaluar y determinar las diferentes opciones para el uso de los suelos, lo que incluye la consideración de objetivos económicos, sociales y ambientales a largo plazo y las consecuencias para las diferentes comunidades y grupos de interés, al igual que la consiguiente formulación y promulgación de planes que describan los usos permitidos o aceptables. Abarca estudios y el desarrollo de mapas, análisis de datos económicos, ambientales y sobre las amenazas; la formulación de decisiones alternativas sobre el uso de los suelos y el diseño de planes de gran alcance para las diferentes escalas geográficas y administrativas (UNISDR, 2009).

Principios del Ordenamiento Territorial

Tomando en consideración lo antes dicho, de una manera más desglosada el ABC de la Gestión de Riesgos (2004) indica que los principios fundamentales del Ordenamiento del Territorio son los siguientes:

-Integralidad. El OT caracteriza las dinámicas y estructuras territoriales bajo una aproximación holística al considerar las dimensiones biofísicas, económica, sociocultural, político administrativa y espacial, de forma interactuante con el territorio.

-Articulación. El proceso de OT establece armonía y coherencia entre las políticas de desarrollo sectoriales y las ambientales en todos los niveles territoriales.

-Participación. La realización del proceso de OT depende de la participación de los actores sociales y busca, garantizar el control ciudadano sobre las decisiones del Gobierno; lo que aporta legitimidad y viabilidad al proceso.

-Prospección. La prospectiva territorial permite identificar las tendencias de uso y ocupación del territorio y el impacto que sobre él tienen las políticas sectoriales y macroeconómicas. El futuro de los procesos de uso y ocupación del territorio y las medidas previstas para la materialización del futuro deseado se apoyan en el diseño de escenarios, sobre los cuales se gestionará y gerenciará el desarrollo territorial local.

-Distribución de competencias. Bajo los principios de complementariedad, subsidiariedad y concurrencia, el OT incorpora los aspectos relacionados con funciones territoriales y competencias de las entidades territoriales o administrativas.

-Equilibrio territorial. La ejecución de las políticas y lineamientos de OT, buscan reducir los desequilibrios territoriales y mejorar las condiciones de vida de su población a través de la adecuada distribución de actividades y servicios básicos, al mejorar la organización funcional del territorio y las posibilidades de su uso.

-Sostenibilidad ambiental. Garantiza que el uso actual de los recursos naturales no impida a las próximas generaciones su utilización y calidad adecuada.

2.8.8 Elaboración de Planes de Emergencia

Con independencia de las medidas tomadas por las autoridades, una adecuada planificación de las actuaciones particulares permite aprovechar el que transcurre (normalmente varias horas) desde la alerta hasta la ocurrencia de la inundación para reducir los daños de forma eficaz. Ello requiere el desarrollo de un plan de emergencia específico para cada situación, que contemple los siguientes elementos principales:

-Una clara asignación de responsabilidades.

-Fuentes de información sobre inundaciones (por ejemplo el sistema de alerta ante inundaciones de la autoridad competente y otros servicios de noticias)

-Medidas protectoras (como por ejemplo la instalación de barreras desmontables, cierre de esclusas de control de inundaciones, evacuación de personas y bienes vulnerables, etc).

-Identificación de los medios materiales y personales necesarios (por ejemplo medios de reubicación de almacenamientos y maquinaria). Esta capacidad debe estar presupuestada, disponible y contar con mantenimiento regular.

-Desarrollo de instrucciones sobre actuaciones planificadas para el caso de inundación, cuya puesta en práctica debe reforzarse con simulacros periódicos en los que participen todas las partes implicadas.

El plan de emergencia para las viviendas particulares debería contener números de teléfono de utilidad y las acciones siguientes:

-Alerta y evacuación de personas vulnerables.

-Protección de objetos y documentos de valor, tales como la documentación del seguro.

-Activación de medidas de protección para el edificio e instalaciones exteriores, como cerrado de esclusas de protección contra inundación y limpieza de los orificios de drenaje.

-Ubicación de automóviles y otros vehículos fuera del área de inundación.

-Activación de operaciones de salvamento y evacuación del edificio.

2.9 Normativa

La identificación de los peligros potenciales y el análisis de riesgos han de proporcionar la base sobre la que diseñar las estrategias de gestión de riesgo de inundación. Las medidas preventivas y de protección deben establecerse en el contexto de un plan de protección integral que persiga la consecución de objetivos específicos bien definidos y que sean conformes con los requisitos establecidos en la normativa de aplicación.

- **Directiva 2007/60/EC**

En 2007, la Directiva Europea publicó la Directiva 2007/60/EC del Parlamento Europeo y del Consejo Europeo, de 23 de octubre, sobre evaluación y gestión de los riesgos de inundación. La Directiva exige a los Estados miembros el cumplimiento de tres obligaciones fundamentales:

-La realización de una evaluación preliminar del riesgo de inundación, que debería de estar complementada el 22 de Diciembre del 2011, y será revisada, y si es preciso actualizada, antes del 22 de diciembre del 2018 y, a partir de entonces, cada seis años.

-La elaboración de mapas de peligrosidad de inundación y mapas de riesgo de inundación, que han de estar terminados antes del 22 de diciembre del 2013, y serán revisados, y si fuera necesario actualizados, antes del 22 de diciembre de 2019 y, a partir de entonces, cada seis años.

-La elaboración de planes de gestión de riesgos de inundación, que serán completados y publicados antes del 22 de diciembre del 2015, y serán revisados, y en su caso actualizados, antes del 22 de diciembre del 2021 y, aquí en adelante, cada seis años.

- **Real Decreto 903/2010**

En España a raíz de la Directiva 2007/60/EC europea emite un Real Decreto 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación. Los beneficios de la aplicación del real decreto derivarán de un doble efecto:

Por una parte la introducción de las nuevas herramientas de gestión agilizará la implantación de los mecanismos de protección de los cauces y de las zonas inundables, lo que redundará en evitar o disminuir los daños ambientales y sobre los bienes y personas que se protegen.

Por otra parte, el conjunto de disposiciones introducidas en el real decreto permiten responder de modo más eficaz ante las fuertes presiones de ocupación que sufren las zonas limítrofes con los cauces, lo que redundará en una disminución de los daños derivados de las inundaciones por avenidas.

Los planes de gestión del riesgo de inundación exigidos en el texto, incluyen los programas de medidas que cada una de las administraciones debe aplicar en el ámbito

de sus competencias para alcanzar el objetivo previsto de reducir las consecuencias negativas producidas por las inundaciones.

- **Real Decreto Legislativo 1/01, de 20 de julio, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.**

Es objeto de esta Ley la regulación del dominio público hidráulico, del uso del agua y del ejercicio de las competencias atribuidas al Estado en las materias relacionadas con dicho dominio en el marco de las competencias delimitadas en el artículo 149 de la Constitución.

También parte de esta ley hace referencia a:

En las cuencas que excedan del ámbito territorial de una Comunidad Autónoma, las comisarías de aguas de los Organismos de cuenca ejercerán las siguientes funciones:

- a) La inspección y control del dominio público hidráulico.
- b) La inspección y vigilancia del cumplimiento de las condiciones de concesiones y autorizaciones relativas al dominio público hidráulico.
- c) La realización de aforos, información sobre crecidas y control de la calidad de las aguas.
- d) La inspección y vigilancia de las obras derivadas de las concesiones y autorizaciones de dominio público hidráulico.
- e) La inspección y vigilancia de las explotaciones de todos los aprovechamientos de aguas públicas, cualquiera que sea su titularidad y el régimen jurídico al que están acogidos.
- f) La dirección de los servicios de guardería fluvial.
- g) En general, la aplicación de la normativa de policía de aguas y cauces.

- **Real Decreto 849/86, Reglamento del Dominio Público Hidráulico.**

Uno de los objetivos fundamentales de este reglamento es proteger y controlar el uso del suelo que se encuentra en marcado en el dominio público hidráulico. Y es el encargado de autorizar o sancionar construcciones que estén contenidas en dicho dominio público o en algunos casos contenidas en zonas de flujo de preferente del cauce que represente un peligro inminente en el caso de una avenida extraordinaria.

En el artículo 6 expone lo siguiente:

La protección del dominio público hidráulico tiene como objetivos fundamentales los enumerados en el artículo 92 del texto refundido de la Ley de Aguas. Sin perjuicio de las técnicas específicas dedicadas al cumplimiento de dichos objetivos, las márgenes

de los terrenos que lindan con dichos cauces están sujetas en toda su extensión longitudinal:

a) A una zona de servidumbre de cinco metros de anchura para uso público, que se regula en este reglamento.

b) A una zona de policía de cien metros de anchura, en la que se condicionará el uso del suelo y las actividades que en él se desarrollen.

La regulación de dichas zonas tiene como finalidad la consecución de los objetivos de preservar el estado del dominio público hidráulico, prevenir el deterioro de los ecosistemas acuáticos, contribuyendo a su mejora, y proteger el régimen de las corrientes en avenidas, favoreciendo la función de los terrenos colindantes con los cauces en la laminación de caudales y carga sólida transportada.

En las zonas próximas a la desembocadura en el mar, en el entorno inmediato de los embalses o cuando las condiciones topográficas o hidrográficas de los cauces y márgenes lo hagan necesario para la seguridad de personas y bienes, podrá modificarse la anchura de dichas zonas en la forma que se determina en este Reglamento.

- Otras Normativas existentes:

- Ley 11/2005, Plan Hidrológico Nacional.

- Ley Norma Básica de Protección Civil, en el marco de esta legislación destaca la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones.

- Reglamento General para Desarrollo y Ejecución de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.

Capítulo 3: Aplicación de la Metodología de Investigación, y Obtención de Set de Riesgos y Recomendaciones para Edificaciones en una Zona Inundable.

3.1 Introducción

En este capítulo se va a llevar a cabo la aplicación de la metodología de investigación que se había expuesto anteriormente en el Capítulo 1 con la finalidad de desarrollar el Esquema de Catalogo de riesgos y Soluciones para una edificación en una zona inundable (figura 3.1). En el desarrollo de esta metodología se obtendrán 3 sets correspondientes a las a las tres técnicas empleadas en este trabajo de fin de máster, las cuales son: Revisión de Documentación, Brain Storming o Tormenta de ideas, y el Método Delphi.

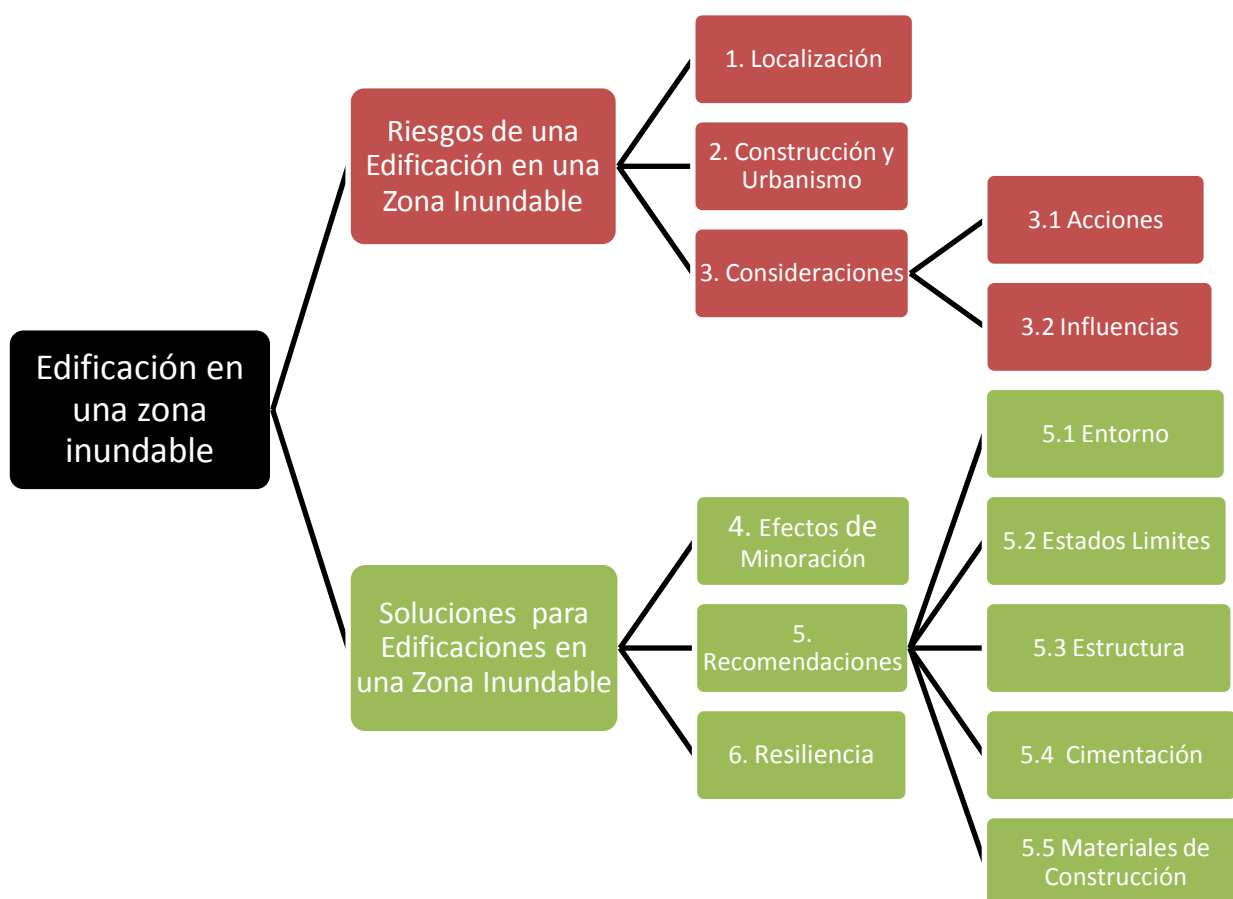


Figura 3.1: Esquema de Catalogo de Riesgos y Soluciones para una edificación en una zona inundable.

A continuación se explicará cómo se utilizaron y desarrollaron las 3 técnicas de investigación que sustentan este Trabajo de fin de Máster:

3.1 Revisión de Documentación

Uno de los pasos previos antes de empezar a trabajar en un proyecto de investigación consiste en analizar la literatura existente en el área sobre el objeto de estudio. De esta forma el investigador trata situarse al mismo nivel de conocimiento que el de los investigadores que lo precedieron en el área. La revisión de la literatura o documentación se da en todas partes del proceso investigador, pero es de vital importancia en: Planteamiento, Diseño, Construcción del instrumento de recogida de datos, Muestreo, y Escritura del Trabajo.



Figura 3.2: Misión de la Revisión de Documentación.

3.2.1 Análisis de la Información

El objetivo del análisis de información es obtener ideas relevantes, de las distintas fuentes de información, lo cual permite expresar el contenido sin ambigüedades, con el propósito de almacenar y recuperar la información contenida. (Instituto Interamericano del niño. Análisis de Información. Taller de Capacitación México, octubre 2002 <http://www.iin.oea.org/Procesos%20de%20descripción.pdf>)

El análisis de información está relacionado con lo que se denomina actualmente *knowledge discovery in databases* (KDD) y *data mining* (DM). La hipótesis común es que los datos almacenados constituyen un yacimiento del cual hay que extraer y procesar la información para que ésta sea "útil" (desde un punto de vista económico, científico o tecnológico).

El análisis de información parte desde la simple recopilación y lectura de textos hasta la interpretación. Es decir, el análisis es una actividad intelectual que logra el arte o la virtud de perfeccionar capacidades profesionales por parte del analista; todo esto gracias al empleo de métodos y procedimientos de investigación, ya sean cuantitativos o cualitativos que le permiten separar lo principal de lo accesorio y lo trascendental de lo pasajero o superfluo. (Análisis de Información Científico y Técnica: El Proyecto)

3.2.2 Implementación de la Técnica de Revisión de Documentación.

Para llevar a cabo la actividad de la revisión de documentación, se ha realizado una serie de pasos los cuales se muestran en la figura 3.2 a continuación.

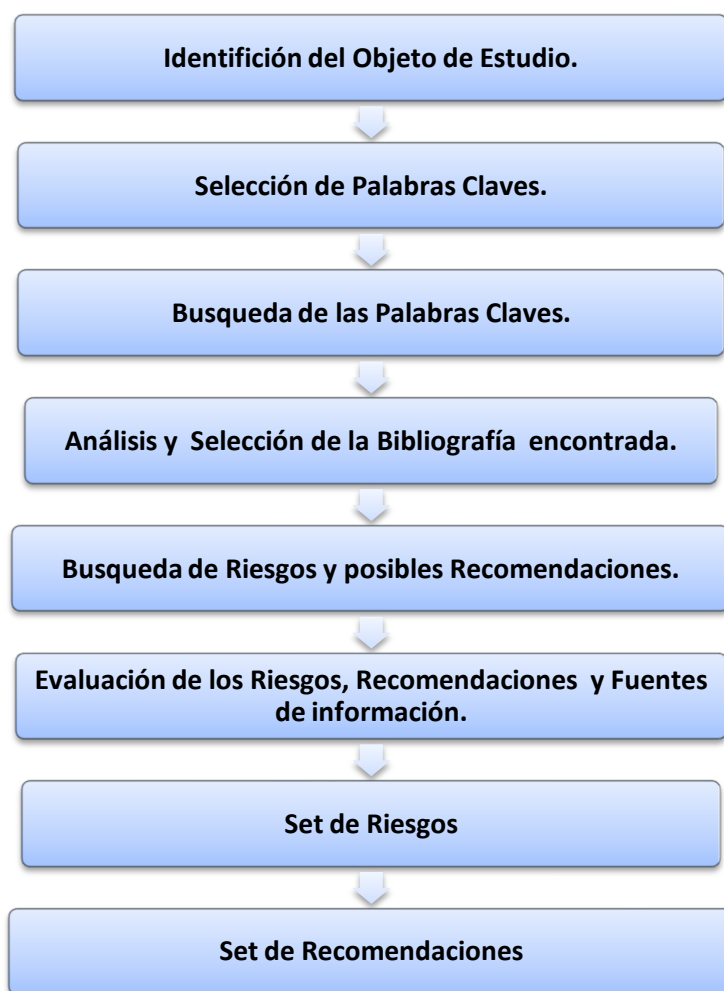


Figura 3.3: Pasos para la implementación de la técnica de revisión de documentación.

Paso 1: Identificación del objeto de estudio.

El primer paso para la revisión de documentación es identificar el objeto de estudio que tendrá nuestro trabajo de investigación. El planteamiento general de esta tesis es estudiar y proporcionar un catalogo de riesgos y recomendaciones para edificaciones en emplazadas en zonas de riesgo de inundación. Con este fin se estudiará la seguridad estructural para construcciones en zonas de riesgo, identificando criterios de diseño (acciones e influencias) y se determinaran recomendaciones o soluciones para minimizar el riesgo de fallo.

Paso 2: Selección de Palabras Claves.

Una vez identificados los conceptos importantes del problema de investigación, se han escogido las palabras claves que hacen referencia al tema de estudio para realizar la búsqueda de la información disponible en internet, considerando todas las posibles combinaciones de términos en materia de riesgo de inundación, construcciones en zonas inundables y gestión de riesgos. Dichos términos se han utilizando tanto en español como sus equivalentes en ingles con el objetivo de ampliar la búsqueda.

Palabras Claves en Español	Palabras Claves en Ingles (keywords)
-Riesgo de Inundación. -Gestión de Riesgos (Amenaza, Vulnerabilidad y Riesgo) -Zona Inundable. -Construcción en Zona inundable. -Diseño Estructural. -Criterios de Diseño. -Cambio Climático -Resiliencia -Fallo -Daños -Cimentación -Materiales	-Flood Risk. -Risk Management (Hazard, Vulnerability and Risk) -Flood Zone/ Floodplain. -Flooding Construction. -Flood Design/ Structural Design. -Design Criteria -Climate Change -Resilience -Failure -Damages -Foundation -Materials -Rain Fall

Tabla 3.1: Selección de Palabras Claves.

Paso 3: Búsqueda de las Palabras Claves.

Para llevar a cabo la revisión de documentación, se ha utilizado una búsqueda metódica de información utilizando buscadores de internet, base de datos, catálogos y bibliografías referidas al objeto de estudio. Los buscadores que se utilizaron fueron los siguientes:

-Scholar Google (Google Académico), es un buscador de Google que te permite buscar bibliografía especializada de una manera sencilla. Con esta herramienta se puede realizar búsquedas de un gran número disciplinas y fuentes como, por ejemplo, estudios revisados por especialistas, tesis, libros, resúmenes y artículos de fuentes como editoriales académicas, sociedades profesionales, depósitos de impresiones preliminares, universidades y otras organizaciones académicas

-Science Direct (Elsevier), es una de las principales bases de datos de texto que alberga artículos de revistas científicas y capítulos de libros con una oferta de más de 2.500 revistas y casi 20.000 libros.

-Red de Bibliotecas Universitarias Españolas (REBIUN) constituye un organismo estable en el que están representadas todas las bibliotecas universitarias y científicas españolas. REBIUN está formada por las bibliotecas de las 75 universidades miembros de la CRUE (50 de ámbito universitario público y 25 de ámbito universitario privado)

-Archivo Digital de la Universidad Politécnica de Madrid. UPM, donde se albergan en formato digital la documentación académica y científica (tesis, proyectos fin de carrera, artículos, etc.) que son generados en la institución.

-Librería de ASCE, base de datos de la Sociedad Estadounidense de Ingenieros Civiles (American Society of Civil Engineers). Ofrece más de 200.000 registros actualizados mensualmente de todas las publicaciones de ASCE, estas publicaciones abarcan revistas científicas, actas de congresos, normas, manuales prácticos, informes, monografías, entre otros.

-Fema Library, es la base de datos del Federal Emergency Management Agency de los Estados Unidos. Es un organismo en cargados de planes, prevención y mitigación de riesgos en ese país.

-También se busco información en la colección de libros del Departamento de Proyectos, Aula de Dragados. Colección perteneciente a Fernando Rodriguez, que tiene una variedad de literatura en materia de gestión de riesgos.

Paso 4: Análisis y Selección de la Bibliografía encontrada.

Se denomina fuentes de información a diversos tipos de documentos que contienen datos útiles para satisfacer una demanda de información o conocimiento. En lo que atañe al nivel informativo, las fuentes se clasifican en primarias, secundarias y terciarias.

Para este trabajo de fin de master se han elegido las fuentes de información primaria. Los Documentos primarios son aquellas publicaciones que contienen información nueva u original que reproduce el contenido completo e integro de la misma. Se podría establecer dos grandes grupos de fuentes documentales primarias: las generales, como enciclopedias diccionarios, etc.; y las específicas, tales como libros, monografías, revistas, series, etc. Dentro de los documentos primarios podemos diferenciar:

- Libros y compilaciones: se refiere a un volumen que abarca varios trabajos de diferentes autores especialistas en un tema en concreto.

- Revistas Científicas: según la UNESCO, una revista es una publicación periódica de una institución, corporación o sociedad, con noticias e informes de actividades y trabajos referentes a un tema en particular. Las revistas constituyen las fuentes de información más idónea para conocer los últimos desarrollos en cualquier área del conocimiento.

- Tesis de licenciatura y doctorales: trabajos de investigación realizados con la finalidad de obtener un título.

- Informes de Investigación, recogen los resultados, parciales o totales, de los trabajos de investigación por institutos o empresas.

- Actas de Congresos: recopilaciones de las ponencias y comunicaciones de congresos donde se da a conocer por primera vez en muchos casos, resultados de trabajos de investigación.

- Normas es un documento, aprobado por un organismo competente que establece reglas y requisitos que han de cumplir los distintos productos, procesos, etc. Se trata pues de documento de carácter especial, pero que resulta indispensable en muchos campos.

- Un manual es una publicación que incluye los aspectos fundamentales de una materia. Se trata de una guía que ayuda a entender el funcionamiento de algo, o bien que educa a sus lectores acerca d un tema de forma ordenada y concisa. Una Guía de usuario, también conocida como manual de usuario, es documento de comunicación técnica destinado a dar asistencia a personas que utilizan un sistema en particular.

Por otro lado la Unión Europea clasifica la documentación de la siguiente forma:

- | | |
|-------------------------|---|
| -Según el autor. | -Según la materia. |
| -Según el destinatario. | -Según el Acceso. |
| -Según su origen. | -Según el tipo de Documento. |
| -Según la finalidad. | -Y también distingue de documentación legislativa y no legislativa. |

Una vez dicho todo esto, para el análisis y selección de la bibliografía encontrada se dividirá en tres grupos en función de su Orden de Relevancia Bibliográfica o del Peso Bibliográfico que posea. Cabe resaltar que esta clasificación fue aprobada por una experta en lo que a bibliografía se refiere, la señora Concepción García Viñuela Directora de la biblioteca de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos.

Los grupos son los siguientes:

-Grupo A: Legislación Nacional e Internacional. Se ha considerado la revisión de la normativa tanto regional, nacional como internacional relativa a todo lo que se refiera a riesgo de inundación. Este grupo tiene una especial relevancia ya que refleja la experiencia asentada en las diferentes áreas de conocimiento y la importancia de las líneas políticas y estratégicas del país.

A continuación en la tabla 3.2 se muestra la normativa elegida:

Tabla 3.2: Grupo A: Legislación Nacional e Internacional	
A1	Directiva 2007/60/EC, Unión Europea.
A2	Real Decreto 903/2010, España
A3	Real Decreto Legislativo 1/01, Texto Refundido de Ley de Aguas, España.
A4	Reglamento del Dominio Publico, España.
A5	Ley 11/2005, Plan Hidrológico Nacional, España.
A6	Ley 2/1985, Norma Básica de Protección Civil, en el marco de esta legislación destaca la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones. España.
A7	Reglamento General para Desarrollo y Ejecución de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. España.
A8	Código Técnico Español.
A9	Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras, GCOC. España.
A10	Ley No. 147-02 Sobre de Gestión de Riesgos y Su Reglamento de Aplicación en República Dominicana
A11	Plan de Emergencia Nacional de la Republica Dominicana.
A11	Ley de Aguas de la Republica Dominicana.
A12	Ante Proyecto de Norma NTM 007 2010, Chile
A13	Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, ASCE/SEI 7-10. Estados Unidos. de America
A14	ASCE 24-05 Flood Resistant Design and Construction. Estados Unidos de America

Tabla 3.2: Grupo A: Legislación y Normativa Nacional e Internacional.

-Grupo B: Libros, Guías y Manuales Técnicos. Se ha intentado buscar todo tipo de manuales y guías que aborden el riesgo de inundación a nivel nacional como internacional. La mayoría de estas guías son publicadas por organismos institucionales, ministerios o empresas ligadas al tema de investigación. Dichas guías y manuales técnicos sirven de referencia a la hora de enfrentar un riesgo de inundación tanto para la comunidad científica como para la población en general.

A continuación en la tabla 3.3 se muestra los libros, guías y manuales técnicos elegidos:

Tabla 3.3: Grupo B: Libros, Guías y Manuales Técnicos	
Libros	
B1	Martínez Marin, E. “Hidráulica Fluvial” España 2001. Editora Bellisco. ISBN: 84-95279-44-4
B2	Sanz Pérez, E. y Menéndez-Pidal, I. “Hidráulica Subterránea” España 2013. ISBN: 978-84-1545-256-0
B3	Herce, M. y Magrinya, F “La Ingeniería en la evolución urbanística” España 2002 ISBN: 84-8301-632-X
B4	Lancaster, J W Preene, M. Marsall, C T “Development and flood risk” CIRIA C624 London 2004 ISBN 0-86017-624-X
B5	Fort Lopez-Tello, L “Análisis Bioestructural de Taludes” ETSI de Caminos, Canales y Puertos, Universidad Politécnica de Madrid España 2001 ISBN 84-607-3766-7
B6	Robert T. Ratay, Ph.D.,P.E. “Forensic Structural Engineering Handbook” ed. 2 USA 2010 ISBN 978-0-07-149884-5
Guías Técnicas	
B7	Designing for Flood Risk. Reino Unido 2009. RIBA – Royal Institute of British Architects. ISBN 978-0-9561064-6-9
B8	Design Guide for Improving Critical Facility Safety from Flooding and High Winds. FEMA 543 – U.S. Department of Homeland Security Estados Unidos 2007
B9	Design Guide for Improving School Safety in Earthquakes, Floods and High winds. FEMA P-424 – U.S. Department of Homeland Security Estados Unidos 2010
B10	Design Guide for Improving Hospital Safety in Earthquakes, Floods and High winds. FEMA 577 – U.S. Department of Homeland Security Estados Unidos 2007
B11	Design Guidelines for Flood Damage Reduction. FEMA 15 – U.S. Department of Homeland Security Estados Unidos 1981
B12	Guía Técnica para la Construcción de Escuelas Seguras Programa de Prevención de Desastres y Gestión de Riesgos. Dirección Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. Rep. Dom. 2013
B13	Flood Resilient Construction. Año:2007 ; País: Reino Unido TRADA Construction Briefings. ISBN 9781859462874
B14	Management of flood embankments a good practice review, Technical Report FD2411/TR1. Defra and Enviroment Agency Reino Unido 2007
B15	Cities and Flooding. A guide to Integrate Urban Flood Risk Management for the 21 st Century. The World Bank Whashington, D.C. Estados Unidos 2011. ISBN (paper): 978-0-8213-8866-2. ISBN (electronic): 978-0-8213-9477-9
B16	Guía para la Inspección y Evaluación de daños en edificios por inundaciones. Instituto Valenciano de la Edificación. España 2009
B17	Guía General Programa de Prevención de Desastres y Gestión de Riesgos. Programa de Prevención de Desastres y Gestión de Riesgos. Dirección Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial. Rep. Dom 2013

Tabla 3.3: Grupo B: Libros, Guías y Manuales Técnicos (Continuación)	
Guías Técnicas	
B18	Six Steps to Flood Resilience Department of Planning and Environmental Management, The University of Manchester. Reino Unido 2013. ISBN: 978-1-905469-82-3
B 19	Dirección General del Agua “Guía Metodológica para el desarrollo del sistema nacional de cartografía de zonas inundables” Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino. Gob. de España 2011. ISBN 978-84-491-1136-1
B20	Manual de Inundaciones. Chile Superintendencia de Servicios Sanitarios. www.siss.gob.cl
B21	Project Risk Management HandBook. Estados Unidos 2007 Office of Statewide Project Management Improvement (OSPMI) www.dot.ca.gov/hq/projmgmt
B22	Amenazas y Riesgos Naturales de la Republica Dominicana. Rep. Dom. 2012 Programa de Prevención de Desastres y Gestión de Riesgos. Dirección Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial.
B23	Flood Damage- Resistant Materials Requirements FEMA 15 – U.S. Department of Homeland Security. Estados Unidos. 2008
B24	Improving the Flood Performance of New Buildings. Reino Unido 2007 Department for Communities and Local Government: London. www.communities.gov.uk
B25	Handbook on Design and Construction of Housing for Flood-prone Rural Areas of Bangladesh. Estados Unidos 2005 Bangladesh Ministry of Food and Disaster Management/Comprehensive Disaster Management Programme. BRAC University, with support from United States Agency for International Development
B26	Flood Warning Australia 2009. Australian Government
B27	Más Seguros Ante Inundaciones. 2008 Financiado por: Departamento de la Ayuda Humanitaria de la Comisión Europea y Welthungerhilfe www.ec.europa.eu/echo . Implementado por: Soluciones Prácticas-ITDG. Lima, Perú
B28	Hospitales Seguros ante Inundaciones. Organización Panamericana de la Salud. Estados Unidos 2006
B29	Preparin For Flood. Reino Unido 2003 Office of the Deputy Prime Minister www.odpm.gov.uk
B30	Manual Para el Control de Inundaciones. México 2011 Comisión Nacional del Agua. www.conagua.gob.mx

Tabla 3.3: Grupo B: Libros, Guías y Manuales Técnicos.

-Grupo C: Artículos de Investigación, Publicaciones en general, conferencias, Congresos y Tesis Doctorales. Este grupo quiere resaltar la nueva información existente, que identifique riesgos y recomendaciones de cara a la inundación, en función de las experiencias profesionales publicadas en el ámbito de investigación.

A continuación en la tabla 3.4 se muestra los Artículos de Investigación, Publicaciones, Conferencias, Congresos y Tesis Universitarias elegidos:

Tabla 3.4: Grupo C: Artículos de Investigación, Publicaciones, Conferencias, Congresos y Tesis Universitarias.	
Artículos de Investigación	
C1	Erich J. Plate. Flood Risk and Flood Management.(2002) Journal of Hydrology. www.elsevier.com/journals/subjects
C2	T. Tingsanchali Urban Flood Disaster Management.(2011) Procedia Engineering. www.elsevier.com/locate/procedia
C3	Flood Resistant Construction and the 2010 Florida Building Code. (2012) Building a Safer Florida Inc. http://www.floridadisaster.org
C4	Colomer y Gallardo. Design of a model to assess the environmental risk of leachate dams.(2007) Waste Management www.sciencedirect.com
C5	O El-Anwar, K El-Rayes y A Elnasshai. Maximizing Temporary Housing Safety after Disasters. (2010) Journal of infrastructure Systems. ASCE. www.ascelibrary.org
Publicaciones en General.	
C6	Insumos para la Elaboración de la Estrategia Nacional de Desarrollo. Documento Temático Presentado por SEED/CONARE para Discusión.
C7	Apreciación del Riesgo de Inundación en Buenos Aires. Leza, Escrita & Asociados. Consultores en Ingeniería de Riesgos y Valuaciones.
C8	Jorge Olcina Cantos. Prevención de Riesgos: Cambio Climático, Sequías e Inundaciones. Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Universidad de Alicante.
C9	Juan P. Martín y José Ripolles. Modelo Reducido del Puente Nuevo de Mora del Ebro. Revista de Obras Publicas No. 3.328 Enero 1994
C10	Strategies of Urban Flood Risk Management.(2010) Universidad Politécnica de Valencia
C11	El ABC de la Gestión de Riesgos. (2004) Editado en las Oficinas de Centro HUMBOLDT. Esta publicación ha contado con el apoyo de Oxfam y Consejería en Proyectos.
C12	Cartilla de Inundaciones de Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá. Fondo de Prevención y Atención de Emergencias.
C14	Arq. Nelly Belinda Falck Casas Seguras para Zonas Inundables y con Fuertes Vientos. Facultad de Ingeniería, Direcciones de Investigación Científica y Extensión Universitaria, UNAH.
C15	Francisco J. Ayala-Carcedo El Sofismo de la Imprevisibilidad de las inundaciones y la responsabilidad social de los expertos. Un análisis del caso español y sus alternativas.(2002) Instituto Geológico y Minero de España. Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Tabla 3.4: Grupo C: Artículos de Investigación, Publicaciones, Conferencias, Congresos y Tesis Universitarias. (Continuación)	
Publicaciones en General.	
C16	La Dimensión Espacial de los Riesgos Geomorfológicos. (2000) Autores: Juan Molina, Enrique Matarredora y Ascensión Padilla. Departamento de Análisis Geográfico Regional. Universidad de Alicante.
C17	Vallejo y Camarillo. La Gestión de los Riesgos Naturales en el ámbito de la Protección Civil. (2001) Departamento de Geografía Física y A.G.R. Universidad de Sevilla.
C18	Triviño y Ortiz Metodología para la modelación distribuida de la escorrentía superficial y la delimitación de zonas inundables en ramblas y ríos-rambla mediterráneos. (2004) Instituto Universitario de Geografía. Universidad de Alicante.
C19	Estadísticas de Riesgos Extraordinarios. (2011) Consorcio de Compensación de Seguros. Ministerio de Economía y Hacienda. España.
C20	Deslizamientos, Inundaciones y Sismos. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias de Costa Rica
C21	Flood Risk Management Strategies and Local Flood Management Plans. (2011) Flood Risk Management Scotland SEPA Corporate Office, www.sepa.org.uk
C22	Indicadores de la Gestión de Riesgos de Desastres en República Dominicana (2013) Programa de Prevención de Desastres y Gestión de Riesgos. Dirección Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial.
C23	Índice de Reducción del Riesgo. Análisis de Capacidades y Condiciones para la Reducción del Riesgo de Desastres. (2011) Fundación Dara Internacional
C24	El agua, Factor de Riesgo. (2005) Schadenspiegel. Munchener ruck, Munich Re Group.
C25	Natural Catastrophes Insurance Cover. (2008) Consorcio de Compensación de Seguros. España.
C26	The National Flood Risk Assessment (2011) Scottish Environment Protection Agency.
C27	Treatment of Flood –Damaged Older and Historic Buildings. Offices of National Trust for Historic Preservation.
C28	Plan de Especial de Protección Civil de Riesgo de Inundaciones para la Comunidad Autónoma de Extremadura (Inuncaex)
C29	Plan Global frente a inundaciones en la Ribera del Júcar: Propuesta de Actuación. (2000) Ministerio de Medio Ambiente. Secretaria de Estado de Aguas y Costas. España.
C30	Gestión de siniestros en catástrofes naturales. Experiencias, análisis y planes de acción.(2003) Edición Saber. Munchener ruck, Munich Re Group.
C31	Lecture Notes on Risk and Safety in Civil Engineering. (2001) Swiss Federal Institute of Technology. Switzerland.
Conferencias y Congresos.	
C32	Sustainable Design within the Flood Plain www.kcaarchitects.co.uk

Tabla 3.4: Grupo C: Artículos de Investigación, Publicaciones, Conferencias, Congresos y Tesis Universitarias. (Continuación)	
Conferencias y Congresos.	
C33	Mechanisms to manage financial risks from direct impacts of climate change in developing countries. (2008) Framework Convention on Climate Change. United Nations.
C34	Prof. Fernando Rodriguez Lopez The Solution and Influence of inherent defect insurance (IDI) for flood areas. (2010) Gesplan Research grupup UPM Madrid
C35	Smart Test , Atenas, Grecia (2012): -Jean Luc Salagnac. Resilience: an operative concept. -Dr Iain White & Dr Paul O'Hare. Unmasking a chameleon concept: the rise (and fall) of resilience? -Jean Luc Salagnac Flood management systems (FMS): paving the way to flood-resilient systems (FRS) -Prof. Emeritus J. T. Tourbier. Implemetaion strategies to effectuate flood Resilience. -D. Schertzer, I. Tchiguirinskaia, S. Lovejoy. Flood Resilient Systems and Multicale Metrics. - R M PAZ, J J Diez, E Fernández . Human Factor in resilient Systems. -Prof. Emeritus J. T. Tourbier. Effectuating Flood Resilience – Experiences in the Washington D. C. Area.
Tesis Universitarias	
C36	D. Han, J. Davis, Z. Hu, G. Lan, E. Maren, C. Twyman Design Studies on Flood-Proof House (2002) Department of Civil Engineering, University of Bristol
C37	Silvino Castaño Castaño. Estudio Metodológico para el cálculo de la infiltración en el vaso de las tablas de Damiel: Validación de Resultados. Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.
C38	Angela Potenciano de las Heras. Estudio de las inundaciones históricas del Río Amarillo (Toledo) Facultad de Ciencias Geológicas. Universidad Complutense de Madrid.

Tabla 3.4: Grupo C: Artículos de Investigación, Publicaciones, Conferencias, Congresos y Tesis Universitarias.

Paso 5: Búsqueda de Riesgos y posibles Recomendaciones.

La búsqueda de riesgos y posibles recomendaciones se ha obtenido de la lectura de la selección bibliográfica, la cual se ha analizado y depurado previamente. Se han analizado los posibles eventos que puedan dar origen o involucrar una situación de riesgo de inundación, así como también identificando posibles recomendaciones o soluciones de minoración de riesgo que se encuentren en la bibliografía seleccionada.

Todo esto con el objetivo de rellenar los bloques del esquema siguiente que se encuentra en la figura 3.1. Este esquema pretende identificar para una edificación que se encuentra en una zona inundable dos cosas: primero identificar los posibles riesgos en los que se puede ver afectada una edificación en una zona inundable; y segundo identificar posibles soluciones para dichas edificaciones que se encuentren en una zona inundable.

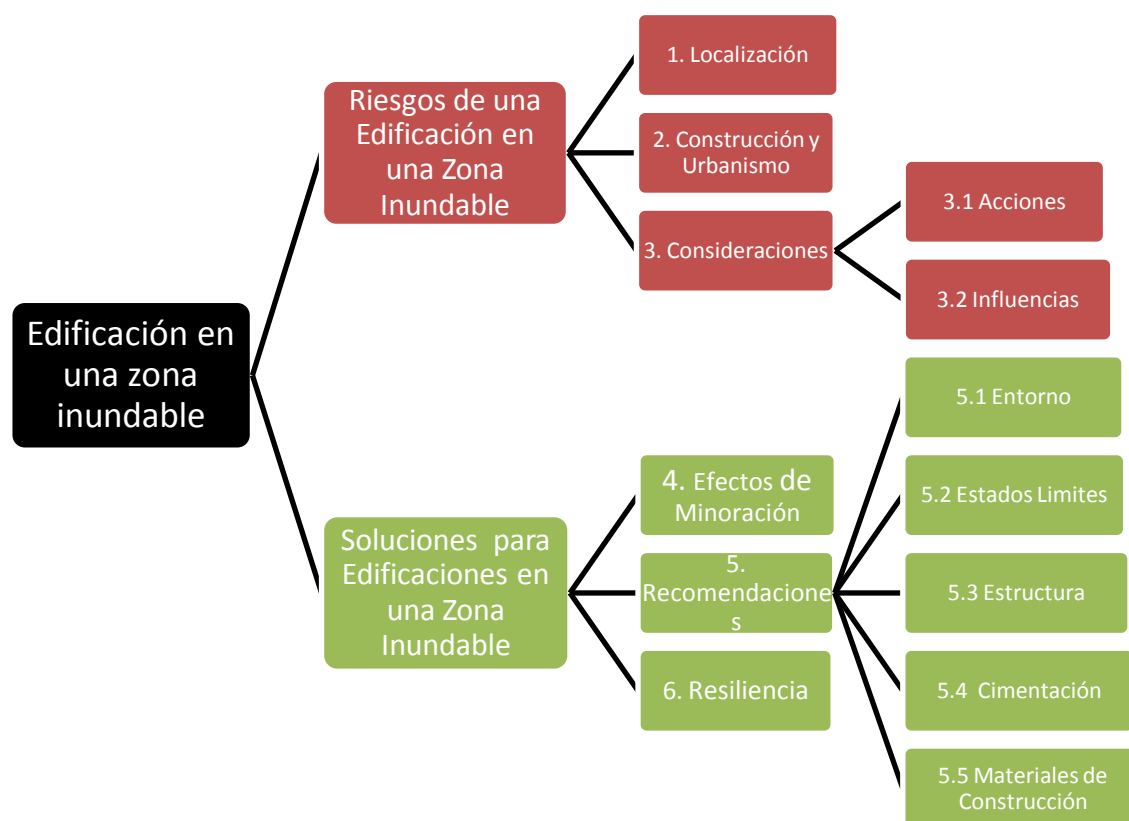


Figura 3.4: Esquema de Catalogo de Riesgos y Soluciones para una edificación en una zona inundable.

Paso 6: Evaluación de los Riesgos, las Recomendaciones y las Fuentes de Información.

Para la elección de los riesgos y recomendaciones de mayor relevancia encontrada mediante la técnica de revisión de documentación, se han considerado valoraciones en función de la fuente de información y su peso o calidad bibliográfica.

Como ya hemos explicado en el paso 4 nuestra revisión de documentación se divide en 3 grupos. Para la valoración de estas fuentes de información se ha establecido una ponderación del 1 al 10. Para poder dar esta ponderación o validación, se han evaluado una serie de criterios para cada grupo de revisión de documentación, estos criterios son los siguientes:

-Grupo A: Normativa o Legislación nacional e internacional, se han evaluado los siguientes puntos: el año de publicación, institución o país y relevancia.

-Grupo B: Libros, Manuales y Normas Técnicas, se han evaluado los siguientes criterios: año de publicación, institución o país, y relevancia del documento con respecto a la investigación.

-Grupo C: Artículos de investigación, publicaciones en general, conferencias, congresos y tesis universitarias. Para los artículos de investigación se ha evaluado el índice SJR (Scimago Journal Rank), el índice SNIP (Source Normalized Impact per Paper) y relevancia de la información con respecto a la investigación. Luego para las publicaciones en general se ha evaluado el año de publicación, el autor o institución, y la relevancia. Después para Conferencias y Congresos se han revisado los siguientes criterios: año de publicación, autor, congreso, numero de citas empleadas en la ponencia y la relevancia de la ponencia con respecto a la investigación. Y por ultimo para las tesis universitarias se ha evaluado el año de publicación, la cantidad de citas bibliográficas, y el método de investigación utilizado en el documento.

Con respecto al año de publicación, se hace referencia a la antigüedad, actualización, vigencia ó innovación de la fuente de información evaluada.

Por otro lado para poder valorar la Institución o País, se ha revisado el nivel de actividad de Investigación, Desarrollo e innovación I+D+I que se puede calcular mediante el ratio entre el gasto publico I+D+I y el producto interno bruto, desglosando el gasto público y el gasto privado. Para poder evaluar esto se han utilizado diferentes rankings mundiales que ubican a cada país o institución en un puesto, se han manejado las publicaciones del Digital Science, del Royal Society Británica, los datos del Banco Mundial referentes al Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) datos encontrados en la página <http://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS> y así

como también se han utilizado los datos del informe realizado por World Economic Forum sobre The Global Competitiveness Index 2011-2012.

También con el objetivo de poder dar una valoración justa a instituciones educativas se ha utilizado el ranking The World University Ranking 2013 realizado por Thomson Reuters. (www.timeshighereducation.co.uk/world-university-rankings/2012-13/world-ranking/range/001-200) Y además se han manejado los rankings de las universidades españolas a nivel nacional, realizados por la página www.u-ranking.es.

Luego en el caso de artículos de revistas científicas se ha utilizado la base de datos SCOPUS con el objetivo de buscar los índices SJR (Scimago Journal Rank), el cual es un índice de impacto semejante al JCR pero elaborado a partir de la base de datos de SCOPUS y que analiza las citas durante un periodo de tres años, considerando que la calidad de las revistas que incluyen las citas tienen influencia en el cálculo de índice; y el índice SNP (Source Normalized Impact per Paper) que se basa en la comparación de publicaciones dentro de sus campos temáticos, contabilizando la frecuencia con la que los autores citan otros documentos, y la inmediatez del impacto de la cita.

Referente a las citas bibliográficas se ha realizado una valoración en función a esto debido a que es uno de los criterios que se emplea con mayor frecuencia para la selección de la literatura científica. Dichas citas conducen a las fuentes de las ideas que aparecen en el trabajo, es decir, sirven para identificar aquellos estudios previos cuyas teorías, conceptos, métodos, aportes u otros se utilizaron o inspiraron o quizás sirvieron de base para el autor desarrollar su investigación.

Para las ponencias de congresos se han evaluado el número de citas utilizadas de los documentos de donde se han extraído los artículos, y para valorar el congreso como tal, se ha evaluado la repercusión internacional o nacional que pueda tener dicho congreso.

Para las tesis universitarias se ha evaluado la cantidad de citas bibliográficas utilizadas en el documento, y el método de investigación en el que se ha sustentado la tesis.

En cuanto a la relevancia de las fuentes de información analizadas con respecto a este trabajo de fin de máster, se evalúa que el contenido de dicha fuente de información sea de utilidad para la búsqueda de riesgos y recomendaciones de cara a la inundación, otorgando un aporte importante en la investigación, siendo este un aspecto que se basa en el juicio del investigador.

A continuación en las tablas 3.5, 3.6, y 3.7 se presentan las ponderaciones asignadas en función de cada fuente de información analizada y del grupo al que pertenece. Y en

las tablas 3.8 y 3.9 se muestran los riesgos y las recomendaciones encontrados mediante la técnica de la revisión de documentación.

Tabla 3.5: Valoración y Ponderación del Grupo A: Legislación Nacional e Internacional						
Código	Normas	Año Publicación	Institución o País	No. de Citas	Relevancia	Total
A1	Directiva 2007/60/EC, Unión Europea.	7	10	9	10	9
A2	Real Decreto 903/2010, España	9	7	9	8	8.25
A3	Real Decreto Legislativo 1/01, Texto Refundido de Ley de Aguas, España.	6	7	9	8	7.5
A4	Reglamento del Dominio Publico, España. (2008)	8	7	9	9	8.25
A5	Ley 11/2005, Plan Hidrológico Nacional, España.		7	9	8	8
A6	Ley 2/1985, Norma Básica de Protección Civil, en el marco de esta legislación destaca la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones. España.	7	7	9	7	7.5
A7	Reglamento General para Desarrollo y Ejecución de la Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas. España.	5	7	9	6	6.75
A8	Código Técnico Español.	8	7	9	6	7.5
A9	Guía de Cimentaciones en Obras de Carreteras, GCOC. España.	8	7	9	6	7.5
A10	Ley No. 147-02 Sobre de Gestión de Riesgos y Su Reglamento de Aplicación.	6	7	9	7	7.25
A11	Plan de Emergencia Nacional de la Republica Dominicana.	7	5	7	7	6.5
A11	Ley de Aguas de la Republica Dominicana.	7	5	8	6	6.5
A12	Ante Proyecto de Norma NTM 007 2010, Chile	9	5	7	8	7.25
A13	Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures, ASCE/SEI 7-05. Estados Unidos.	7	10	9	10	9
A14	ASCE 24-05 Flood Resistant Design and Construction. Estados Unidos.	7	10	9	10	9
Promedio Total						8

Tabla 3.5: Valoración y Ponderación del Grupo A.

Tabla 3.6: Valoración y Ponderación del Grupo B: Libros, Guías y Manuales Técnicos					
Libros					
Codigo del Libro	Año Publicación	Autor/ País/ Instutición	No. de Citas	Relevancia	Total
B1	6	8	8	7	7.25
B2	10	8	8	7	8.25
B3	6	7	8	7	7
B4	7	8	8	6	7.25
B5	7	8	8	5	7
B6	6	9	9	5	7.25
Guías Técnicas					
Codigo del Guías	Año Publicación	País/ Instutición	No. de Citas	Relevancia	Total
B7	7	6	8	9	7.5
B8	8	9	8	9	8.5
B9	9	10	9	10	9.5
B10	7	10	9	10	9
B11	5	10	9	8	8
B12	10	5	7	6	7
B13	7	9	7	8	7.75
B14	7	9	7	8	7.75
B15	9	9	8	8	8.5
B16	9	10	9	7	8.75
B17	8	7	7	7	7.25
B18	10	5	7	6	7
B19	10	9	7	7	8.25
Manuales Técnicos					
Codigo del Manual	Año Publicación	País/ Instutición	No. de Citas	Relevancia	Total
B20	7	5	7	6	6.25
B21	7	10	8	8	8.25
B22	9	5	7	8	7.25
B23	8	10	9	8	8.75
B24	7	9	6	7	7.25
B25	7	10	9	7	8.25
B26	8	6	6	5	6.25
B27	8	5	8	5	6.5
B28	7	10	8	7	8
B29	6	9	8	6	7.25
B30	9	5	9	7	7.5
Promedio Total					7.68

Tabla 3.6: Valoración y Ponderación del Grupo B.

Tabla 3.7: Valoración y Ponderación del Grupo B: Artículos de Investigación , Publicaciones, Conferencias, Congresos y Tesis Universitarias.					
Artículos de Investigación					
Codigo AI	SJR	SNIP	No. de Citas	Relevancia	Total
C1	8	8	7	7	6.63
C2	5	5	7	6	6.75
C3	8	8	8	7	6.88
C4	5	5	7	7	6.88
C5	8	8	8	7	7.75
Publicación en General					
Código	Año Publicación	Autor/ País/ Instutición	No. de Citas	Relevancia	Total
C6	7	5	7	7	6.5
C7	7	5	7	6	6.25
C8	7	7	8	5	6.75
C9	5	7	6	5	5.75
C10	9	8	9	5	7.75
C11	6	7	8	5	6.5
C12	6	7	6	4	5.75
C13	7	6	7	6	6.5
C14	6	7	7	6	6.5
C15	6	7	8	4	6.25
C16	6	6	7	4	5.75
C17	6	6	7	4	5.75
C18	9	7	9	5	7.5
C19	6	5	7	4	5.5
C20	9	9	9	8	8.75
C21	10	5	9	5	7.25
C22	9	6	8	5	7
C23	7	8	7	7	7.25
C24	8	7	9	5	7.25
C25	9	9	9	8	8.75
C26	6	10	7	5	7
C27	6	7	7	4	6
C28	5	7	8	4	6
C29	6	8	8	7	7.25
C30	6	7	8	7	7
Código	Autor	Congreso	No. de Citas	Relevancia	Total
C31	8	8	6	7	7.25
C32	8	9	8	6	7.75
C33	8	7	8	8	7.75
C34	8	9	8	8	8.25
Tesis Universitarias					
Código	Año	Método de investigación	No. de Citas	Relevancia	Total
C35	6	7	7	8	7
C36	6	7	8	5	6.5
C37	6	7	8	5	6.5
Promedio Total					6.88

Tabla 3.7: Valoración y Ponderación del Grupo C.

Tabla 3.8: Edificación en una Zona Inundable	
Riesgos de una edificación en una zona inundable	
1. Localización	
R1	Se presenta Riesgo de inundación para edificaciones que se encuentren cerca de cuencas, subcuencas o en zonas costeras.
R2	Se presenta riesgo de inundación en edificaciones que se encuentren localizadas en zonas inundables donde los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas responden a períodos estadísticos de retorno de 100 o 500 años.
R3	Riesgo debido a que las edificaciones se encuentren en zonas donde el comportamiento de la avenida posea calados y niveles de agua importantes que puedan producir un daño inminente a las personas y a los bienes materiales.
R4	Riesgo inundación debido a que las edificaciones se ubiquen en zonas donde la velocidad de la corriente o el caudal de agua correspondiente representen un problema inminente para las personas y los bienes materiales.
R5	Existe riesgo de inundación para una edificación si se encuentra emplazada en llanuras aluviales como zonas de retención naturales.
R6	Se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios: a) Que el calado sea superior a 1 m.; b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s ; c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m ² /s.
R7	Existe un riesgo de inundación para edificaciones localizadas en la vía de intenso desagüe por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno.
R8	Existe riesgo de inundación para una edificación se encuentra localizada en la delimitación de la zona de flujo preferente.
R9	Existe un riesgo para las personas y los bienes si la edificación se encuentra emplazada bajo la cota de inundación de acuerdo a los mapas de inundación proporcionados por la autoridad competente.
R10	La elevación real del suelo en relación con el nivel de inundación es fundamental, para determinar el nivel de riesgo que podrá experimentar la construcción.
R11	Existe riesgo en zonas donde se incluyen áreas de inundación superficial y se muestran por lo general promedios de profundidad de inundación de 1 a 3 pies, donde no existe un canal bien definido, donde el camino de las inundaciones es impredecible, y donde el flujo de velocidad puede ser evidente.
R12	Puede haber un riesgo de inundación en lugares donde la lluvia puede ser tan intensa que la tierra no es capaz de absorber el agua produciéndose grandes encharcamientos.
R13	Puede haber un riesgo de inundación en lugares donde la lluvia puede ser tan intensa que el agua fluye rápidamente por las colinas o laderas hacia las zonas bajas donde existen zonas urbanas, aumentando la vulnerabilidad de las personas y los bienes.
R14	Riesgo de inundación debido a fuertes lluvias que penetran en la tierra y pueden saturar el suelo. Traduciéndose en un aumento del nivel de agua subterránea que conduce a la inundación por encima del suelo. Estas inundaciones subterráneas pueden llevar semanas o meses para disiparse.

Tabla 3.8: Edificación en una Zona Inundable (continuación)

Riesgos de una edificación en una zona inundable	
1. Localización	
R15	Riesgo de zanjas de drenaje bloqueadas, desagües sobrecargados, desbordamiento de alcantarillas, sistemas de evacuación de aguas pluviales o cunetas a través de caminos, jardines o en la parcela de la propia construcción, todo esto puede ocurrir debido a fuertes precipitaciones. Este tipo de inundaciones es impredecible y a menudo se produce en lugares inesperados dependiendo la ubicación y la intensidad de las precipitaciones.
R16	Riesgo de inundaciones provocadas por el flujo superficial causado por las fuertes lluvias que caen sobre áreas pavimentadas de asfalto o de hormigón con drenaje inadecuado. Áreas pavimentadas, tales como carreteras, pueden actuar como canales para el flujo superficial del agua de inundación, provocando la acumulación de agua en las zonas más bajas en dirección al flujo. Afectando de esta manera a las propiedades que pueden ser inundadas por el agua que se acumula rápidamente en estas zonas.
2. Construcción y Urbanismo.	
R17	Riesgo de inundación en áreas urbanas debido a problemas de drenaje locales que crean charcos e inundaciones locales que a menudo no está directamente asociado a un cuerpo de agua, como un arroyo o río. Aunque dicha inundación es relativamente poco profunda y no se caracteriza por los altos flujos de velocidad, puede dar lugar a un daño considerable. Las áreas con mal drenaje con frecuencia experimentan daño repetitivo. Algunos problemas de drenaje locales se ven agravados por la infraestructura del sistema de drenaje de edad o de poco tamaño. Este tipo de inundaciones a menudo no está asignada o regulada.
R18	Riesgo debido a una alteración de las características de la inundación, a veces por el desarrollo de tierras altas que se ha incrementado la escorrentía, y otras veces por las modificaciones locales que han alterado la forma de la superficie de tierra de la llanura de inundación (como rellenos o diques).
R19	Riesgo de grietas importantes en la planta baja debido al levantamiento de presiones generadas por el agua de inundación.
R20	Riesgo de debilidades estructurales debido al secado inapropiado de materiales.
R21	Riesgo de acumulación de sedimento del agua de inundación en las cavidades de las paredes, generando una reducción potencial en las propiedades aislantes del elemento y en la composición.
R22	Riesgo de que por las condiciones del terreno de la propiedad sea más probable que el agua de inundación se filtre a través de los pisos, debilitando de esta forma la estructura.
R23	Riesgo de que tableros de yeso, paneles de madera, otros materiales de pared y gabinetes de madera no destinados para lugares húmedos puedan venirse abajo durante la inundación.
R24	Riesgo de cambio de composición y forma de los componentes del edificio debido a largos periodos saturación, un ejemplo de esto es la madera que si se humedece se hincha demasiado rápido, y si seca se agrieta, fractura o se deforma.

Tabla 3.8: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Riesgos de una edificación en una zona inundable	
2. Construcción y Urbanismo.	
R25	Riesgo de colapso bajo cargas hidrostáticas de muros con revestimiento estándar o chapa de ladrillo sin refuerzo, debido a cargas asociadas a niveles pocos profundos de agua.
R26	Si las áreas por debajo de la estructuras son básicamente impermeables, flotabilidad o levantamiento fuerzas del agua que se acumula por debajo y alrededor pueden hacer flotar un edificio fuera del suelo o romper los pisos de concreto. Los edificios que no son están anclados adecuadamente pueden flotar o ser empujados fuera de sus bases. Y estos edificios a su vez impactar con otros edificios en las cercanías.
3. Consideraciones: Acciones e Influencias.	
3.1 Acciones	
R27	Riesgo de fallo estructural debido a empujes hidrostáticos laterales o verticales producidos por el agua de inundación, causando un desequilibrio de presiones debido a una profundidad de agua diferencial en los lados opuestos de una estructura o elemento estructural.
R28	Riesgo de fatiga estructural por el empuje dinámico del agua en movimiento a los que se pueden ver afectados los elementos estructurales de la edificación.
R29	Riesgo de fallo o debilitamiento estructural debido a las fuerzas laterales resultantes del agua en movimiento alrededor de la estructura.
R30	Riesgo de inestabilidad estructural debido a la fuerza boyante del agua que genera un empuje sobre una estructura o elemento estructural sujeto a una inmersión parcial o total; actuando verticalmente en el centro de gravedad del volumen desplazado.
R31	Riesgo de fallo o debilitamiento de la estructura debido al impacto de algún objeto como tronco de árboles, partes de otros edificios, escombros, tanques de basura, objetos cortantes, coches, etc. que pueden ser arrastrados por el agua de inundación.
R32	Riesgo de inestabilidad de la estructura en zonas costeras debido a la fuerza del frente de ola causada por un frente de agua que choca contra una estructura.
R33	Riesgo de fallo estructural debido a la fuerza de arrastre causada por la velocidad del flujo alrededor de un elemento estructural.
R34	Riesgo de que las cargas hidrostáticas puedan causar una grave deflexión o desplazamiento de edificios o componentes de construcción si hay una diferencia sustancial en los niveles de agua en lados opuestos de la componente (o en el interior y exterior del edificio).

Tabla 3.8: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Riesgos de una edificación en una zona inundable	
3. Consideraciones: Acciones e Influencias.	
3.2 Influencias	
R35	Riesgo de deterioro estructural en función del tiempo al que esta expuesta la estructura al agua de inundación.
R36	Riesgo de inestabilidad de terraplenes o laderas debido a una disminución del suelo como resultado de un evento de inundación.
R37	Riesgo del aumento de los efectos y las magnitudes de otras cargas de inundación, debido a la erosión a largo plazo y la socavación localizada.
R38	Riesgo de Flotabilidad del edificio debido a las fuerzas boyantes resultantes del desplazamiento de agua.
R39	Riesgo de flotabilidad cuando la carga muerta del edificio o del depósito no son capaces de resistir la fuerza boyante del agua.
R40	Riesgo de fallo estructural por socavación localizada debido al nivel de turbulencia del agua en el suelo alrededor de la cimentación.
R41	Riesgo de fallo estructural debido a asentamientos diferenciales por pérdida de la capacidad portante del suelo motivo del agua de inundación.
R42	Riesgo de fallo estructural debido a que el edificio no este bien anclado al suelo, y no pueda resistir las fuerzas de levantamiento del agua, y por consiguiente se rompan los pisos de concreto o flote el edificio.
R43	Los tanques de almacenamiento subterráneos están sometidos a fuerzas de flotación significativas y pueden ser desplazados, especialmente cuando experimentan inundaciones de larga duración.
R44	El Flujo de alta velocidad en todo el perímetro del edificio puede conducir a la erosión de la superficie de la tierra.
R45	Riesgo de que el aislamiento del suelo sumergido pueda tender a flotar y a despegarse de las soleras.
R46	Conectores y elementos de fijación son parte integral de la estabilidad estructural de los edificios, por lo tanto, riesgo de fallo causado por la corrosión acelerada pondría ser un peligro para el edificio.
R47	Riesgo de que la erosión de las laderas, especialmente taludes sin protección, puedan conducir a fallas en las pendientes y la pérdida parcial o total del soporte de la fundación en el suelo.

Tabla 3.9: Edificación en una Zona Inundable

Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable

4. Efectos de Minoración

S1	Preparación de mapas de peligrosidad por inundaciones y mapas de riesgo de inundación.
S2	Clasificación de las zonas de riesgo de inundación en función de periodos de retorno que indiquen un nivel bajo, medio y alto de peligrosidad.
S3	Mapas de la demarcación hidrográfica donde se representen los límites de las cuencas o subcuencas hidrográficas y, cuando existan, las zonas costeras, mostrando la topografía y los usos del suelo.
S4	Elaboraciones de planes de gestión de riesgos de cara la inundación que consideraren como mínimo, además de la población potencialmente afectada, todos aquellos elementos (edificios, instalaciones, infraestructuras y elementos naturales o medioambientales), situados en zonas de peligro que, de resultar alcanzados por la inundación o por los efectos de fenómenos geológicos asociados, pueda producir víctimas, interrumpir un servicio imprescindible para la comunidad o dificultar gravemente las actuaciones de emergencia.
S5	Establecer medidas de restauración fluvial, conducentes a la recuperación del comportamiento natural de la zona inundable, así como de sus valores ambientales asociados y las medidas para la restauración hidrológico-agroforestal de las cuencas con objeto de reducir la carga sólida arrastrada por la corriente, así como de favorecer la infiltración de la precipitación.
S6	Establecer medidas de mejora del drenaje de infraestructuras lineales, que incluirán la descripción de los posibles tramos con un insuficiente drenaje transversal, así como de otras infraestructuras que supongan un grave obstáculo al flujo, y las medidas previstas para su adaptación.
S7	Establecer planes de previsión e información hidrológica con el objeto de proporcionar, ante la concurrencia de fenómenos capaces de generar avenidas, la información necesaria sobre la Situación hidrológica de la zona que puede generar dicha avenida y de la que puede verse afectada por la misma, así como la evolución de dicha situación hidrológica, con objeto de que puedan adoptarse medidas adecuadas de protección de personas y bienes, y alertar a la población que pueda resultar afectada. Dicha información contemplará los siguientes aspectos: Precipitaciones registradas en los puntos de control; Secuencia de niveles en puntos de control y en embalses; Previsión de la secuencia anterior en función de las previsiones meteorológicas; y Previsión de zonas inundables.
S8	Implementar planes de protección civil ante el Riesgo de Inundaciones que establezcan la organización y procedimientos de actuación de aquellos recursos y servicios del Estado que sean necesarios para asegurar una respuesta eficaz del conjunto de las Administraciones Públicas, ante situaciones de emergencia por riesgo de inundaciones en las que esté presente el interés nacional.
S9	Implementar sistemas de drenaje sostenible (SUDS) integrado con el edificio y el medio, este diseño ayudará a controlar la escorrentía generada por la inundación y también gestionar la escorrentía de los terrenos adyacentes.

Tabla 3.9: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
4. Efectos de Minoración	
S10	Deben de ser diseñadas vías de escape seguras y áreas de refugio seguro sobre el nivel de la inundación. Así como también se debe contemplar una estrategia de planificación para el peor de los casos en el que se necesite un acceso de emergencia para los servicios de rescate en barcos o helicópteros, para esto deben diseñarse balcones, jardines en el techo u otros puntos adecuados.
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.	
5.1 Entorno	
S11	En el caso de las inundaciones causadas por las aguas costeras y de transición, se tendrán en cuenta también la batimetría de la franja marítima costera, los procesos erosivos de la zona y la tendencia en el ascenso del nivel medio del mar y otros efectos en la dinámica costera por efecto del cambio climático.
S12	Se deberá tener conocimiento sobre la localización de los cursos de agua y sus características hidrológicas y geomorfológicas generales.
S13	Se deben realizar planes de ordenación territorial y urbanística, que respeten los usos del suelo, dichos planes no podrán incluir determinaciones que no sean compatibles con el contenido de los planes de gestión del riesgo de inundación, y además deben reconocer el carácter rural de los suelos en los que concurren dichos riesgos de inundación o de otros accidentes graves.
S14	No se debe construir ningún tipo de edificación en la zona de policía ni de servidumbre como establece la Ley del Dominio Publico.
S15	En las zonas con riesgo de inundación se debe realizar aforos y proporcionar información sobre crecidas y control de la calidad de las aguas.
S16	Se considerarán puntos conflictivos aquellos en los que, a consecuencia de las modificaciones ejercidas por el hombre en el medio natural o debido a la propia geomorfología del terreno, pueden producirse situaciones que agraven de forma substancial los riesgos o los efectos de la inundación. Se tendrán especialmente en cuenta los puntos de los cauces por los que, en caso de avenida, han de discurrir caudales desproporcionados a su capacidad, y aquellos tramos de las vías de comunicación que puedan verse afectados por las aguas.
S17	Se deberá manejar datos de predicciones meteorológicas que proporcionen información de la génesis del fenómeno, localización, extensión, duración, intensidad.
S18	En la planificación urbanística del sitio es importante tener en cuenta las velocidades que podría alcanzar la inundación, debido al potencial erosivo que puede tener el agua de inundación.
S19	Los diseñadores deben de tener en cuenta la topografía, la distancia de la fuente de la inundación, y la proximidad de otros edificios y los obstáculos, antes de seleccionar la velocidad de inundación para el diseño.

Tabla 3.9: Edificación en una Zona Inundable (continuación)

Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable

5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.

5.1 Entorno

S20	La acción de las olas se debe de tener en cuenta en la planificación de sitios a lo largo de los litorales costeros, en las zonas de riesgo de inundación que están tierra adentro de las costas abiertas, y otras áreas donde se producen las olas, incluidas las zonas con suficientes vientos que pueden generar olas (como lagos y amplias llanuras de inundación de los ríos). Las olas en la parte superior de las mareas de tormenta pueden ser hasta de un 50 por ciento mayor que la profundidad de la oleada.
-----	---

5.2 Estados Limites

S21	Se deberá considerar el potencial de socavación alrededor de los pilares y se establecerá las medidas de protección necesarias.
S22	Se recomienda establecer para los cálculos Estados límite el uso de cargas muertas al 100%.
S23	Las cargas vivas no se utilizarán o se reducirán cuando de ello resulte una condición más desfavorable. En estanques de almacenamiento, piscinas y otras estructuras similares, diseñados para contener y almacenar materiales, que pueden estar llenos o vacíos en caso de inundación, ambas condiciones deben ser analizadas en combinación con las cargas de inundación de la estructura considerada llena o vacía.
S24	La acción de las olas que contribuyen a la erosión y socavación y también contribuyen significativamente a diseñar las cargas en edificios. Debido a que la magnitud de las fuerzas de onda puede ser de 10 a 100 veces mayor que el viento u otras cargas de diseño, y por lo tanto puede controlar muchos parámetros de diseño.

5.3 Estructura

S25	Cualquier edificación o parte de la misma, con destino no habitacional y sin prohibición para ubicarse por debajo de la cota de inundación, debe diseñarse de tal manera que pueda pasar el agua sin mayores obstáculos.
S26	Cualquier edificación o parte de la misma, con destino no habitacional y sin prohibición para ubicarse por debajo de la cota de inundación, debe diseñarse de tal manera que sea una estructura hermética con paredes impermeables al paso del agua y con componentes estructurales que tengan la capacidad de resistir cargas hidrostáticas e hidrodinámicas.
S27	Para reducir los riesgos de inundación se podrían proyectar edificación de modo tal que el piso o nivel habitable más bajo se diseñe elevado sobre la cota de inundación, pudiendo estar apoyada en elementos tipo columna, tales como pilares y en algunos casos muros.
S28	Para edificaciones que estén apoyadas en elementos tipo columna se debe diseñar de manera tal que el espacio libre entre los elementos de soporte, medido en dirección perpendicular a la dirección general del flujo de inundación, no podrá ser inferior a 2,40 m entre los puntos más cercanos.

Tabla 3.9: Edificación en una Zona Inundable (continuación)

Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable

5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.

5.3 Estructura

S29	Para edificaciones elevadas sobre estructuras, se recomienda que los pilares deban ser compactos y libres de apéndices innecesarios, que actúan como trampa o restringen el libre paso de los escombros durante una inundación. Los muros deben estar orientados con el lado más largo paralelo al sentido general del flujo de inundación.
S30	Los arrostramientos utilizados para proporcionar estabilidad lateral deben causar la menor obstrucción al flujo de inundación y reducir la posibilidad de atrapar los escombros que flotan.
S31	Para edificaciones que se encuentren elevadas sobre elementos estructurales, se debe diseñar de manera tal que la estructura principal del edificio este debidamente anclada y conectada a la subestructura que la eleva para resistir todas las fuerzas laterales, verticales positivas o negativas.
S32	Los elementos estructurales que puedan ser impactados por objetos arrastrados por la inundación, deben calcularse considerando que dichos objetos actúan como una carga concentrada que actúa horizontalmente al nivel de la cota de inundación o en cualquier punto por debajo de ella y es igual a la fuerza del impacto producido por 500 kg de peso de escombros que viajan a la velocidad del agua de la inundación y actúa sobre una superficie de 0,1 m ² de la cara de la estructura, donde se asume se produzca el impacto. La fuerza de choque se aplicará al material estructural en el lugar más crítico o vulnerable determinado por el diseñador.
S33	En el diseño estructural se debe considerar la duración de impacto es el tiempo transcurrido durante el cual la carga de impacto actúa sobre el elemento de construcción o edificio. La duración del impacto está influenciada principalmente por el frecuencia natural del edificio o elemento, que es una función de la rigidez de la construcción. La rigidez se determina por las propiedades del material, el número de miembros de soporte (columnas o pilas), la altura del edificio por encima del suelo, y la altura a la que se golpea el elemento. A pesar de todas las variables que pueden influir en la duración del impacto, los primeros supuestos sugirieron una duración de 1 segundo. (ASCE)
S34	El diseño de los muros de hormigón deben utilizar un refuerzo adecuado y una pintura impermeabilizante, para poder resistir los efectos de la inundación.
S35	Las edificaciones deben ser diseñadas y adecuadamente ancladas para evitar la flotación, colapso o movimiento lateral resultante de cargas hidrodinámicas e hidrostáticas, incluidos los efectos de la flotabilidad.
S36	Se recomienda para las plantas bajas apoyadas en elementos estructurales, utilizar placas de cemento de al menos 150mm de espesor.

Tabla 3.9: Edificación en una Zona Inundable (continuación)

Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable

5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.

5.3 Estructura

S37	Para las zonas propensas a las inundaciones y que además la frecuencia de las inundaciones se prevé que sea alta, se recomienda la construcción de muro-losa de concreto reforzado. Esta forma de construcción es eficaz para resistir las presiones generadas por las crecidas y proporcionarán una barrera adecuada a la entrada del agua (siempre que los conductos de servicio y otras aberturas en el edificio estén selladas adecuadamente).
S38	Para la utilización de estructuras de maderas, deben de construirse a base de vigas y columnas y un refuerzo transversal es necesario.
S39	En el diseño de la resistencia de un edificio o deposito frente a las fuerzas de flotación. Se debe calcular únicamente considerando el peso propio del edificio o deposito, si el este peso no es suficiente para contrarrestar la fuerza boyante del agua. Se deben de ir a soluciones adicionales de estabilización.

5.4 Cimentación

S40	Edificaciones emplazadas en zonas de riesgo de inundación y destinadas a la Habitación se podrían construir sobre terreno natural no perturbado, de modo que la zona destinada a la habitación se ubique sobre la cota de inundación.
S41	El diseño de la fundación deberá tener en cuenta los efectos de la saturación del suelo y/o socavación en el comportamiento de la fundación.
S42	En todos los casos se debe considerar el efecto de la inmersión del suelo y las cargas adicionales relacionadas con agua de la inundación.
S43	Las edificaciones pueden ser construidas sobre material de relleno, excepto en las zonas donde el relleno esté específicamente prohibido por la autoridad competente, como soporte estructural de las construcciones.
S44	Para edificaciones cimentadas sobre relleno, el diseño de este debe demostrar que no altera sustancialmente las características del escurrimiento consideradas en los planos de inundación. Asimismo el relleno tampoco debe afectar a otras construcciones existentes ni a otras instalaciones o sistema de drenaje.
S45	Se debe estudiar los efectos de las inundaciones y de la socavación en la estabilidad de taludes.
S46	Se recomienda diseñar una losa de cimentación que sea segura frente a erosión y asientos diferenciales.

Tabla 3.9: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.	
5.4 Cimentación	
S47	Utilizar un muro de fundación perimetral en combinación con una losa de fundación que debajo tenga un material compactado. Este tipo de solución esta diseñada para soportar la presión del agua que viene del exterior.
S48	Bloques de cemento utilizados en las fundaciones deben sellarse con unos materiales impermeables o confinados en hormigón para evitar los efectos del movimiento del agua desde el suelo a la construcción de la pared.
S49	Una buena compactación es necesaria para reducir el riesgo de asentamiento y consecuente agrietamiento de los elementos estructurales.
S50	La utilización de losas de piso de concreto sólido, siempre que estén diseñadas para soportar la presión del agua, pueden proporcionar un sellado efectivo para evitar que el agua se filtre desde el suelo.
S51	Column-and-sleeve system es un sistema que permite el movimiento vertical de la edificación, pero restringe el movimiento lateral y la rotación. Es un diseño que se puede implantar para provocar la flotabilidad de una edificación de una manera segura.
S52	Para el diseño de la elevación de tierras se debe realizar una consideración cuidadosa sobre: las condiciones del terreno existente (por ejemplo, su subyace en terrenos blandos o muy permeables); el tipo de material (inerte, granular o cohesivo); la pendiente y estabilidad del terraplén; compactaciones y asentamiento del material de relleno; y el impacto hidrológico en el terreno existente.
S53	En el diseño cimentaciones de elementos tipo columna como es el caso de los pilotes, se debe estudiar las posibles características que influyen en la susceptibilidad del suelo frente a la acción erosiva o de socavación del agua.
S54	La erosión se debe considerar durante los cálculos de carga, ya que aumenta la profundidad de inundación local, que a su vez influye en los cálculos de carga. En las zonas sujetas a la erosión gradual de la superficie del suelo, son necesarias profundidades de empotramiento mayores para poder mitigar los efectos de la inundación.

Tabla 3.9: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.	
5.4 Materiales de Construcción	
S55	Los materiales utilizados deben considerar las mismas tensiones admisibles (o factores de carga en el caso de diseño por resistencia) que las normas de diseño estructural establecen para viento o sismo, combinadas con las cargas gravitacionales; es decir, tratar las cargas y tensiones producto de tsunamis en la misma forma que las cargas de sismo.
S56	Se recomienda para los distintos niveles de una edificación familiar utilizar vigas de entrepiso con un revestimiento impermeable como puede ser el Plywood (Madera Contrachapada).
S57	Es necesario tomar en cuenta que la mayoría de los revestimientos, incluso el tipo de interior y exterior, son difíciles de limpiar. Los pisos de madera son particularmente susceptibles a daños de saturación.
S58	Utilizar epoxi u otras pinturas impermeables sobre superficies permeables de hormigón para minimizar la contaminación que trae consigo la inundación.
S59	Componentes estructurales metálicos son poco probable que se dañe de manera permanente por las inundaciones a corto plazo. Sin embargo, las particiones de metal huecas son particularmente susceptibles cuando entran en contacto con el agua debido a que no pueden secarse y limpiarse a fondo.
S60	En función de la composición del metal, las inundaciones repetitivas, sobre todo por las aguas costeras salinas, pueden contribuir a la corrosión a largo plazo. Conectores y elementos de fijación son parte integral de la estabilidad estructural de los edificios, por lo tanto, pueden producir un fallo causado por la corrosión acelerada que representaría un peligro para el edificio.
S61	Las membranas a prueba de humedad (dpm) deben ser incluidos en cualquier diseño para minimizar el paso del agua a través de pisos de tierra. Membranas de polietileno impermeables deben ser de al menos 1200 mm para minimizar la rasgadura.
S62	Métodos efectivos para unir secciones de membrana son: solapamientos de 300 mm, y con cinta de masilla con un solapamiento mínimo de 50 mm. Se debe tener cuidado de no estirar el membrana con el fin de retener una capa a prueba de agua.
S63	Los materiales resistentes a la inundación debe ser aquellos productos para la construcción que sean capaces de resistir el contacto prolongado (72 horas) y directo de las aguas sin sufrir daños significativos.
S64	Se recomienda el uso materiales muy resistentes para inundaciones prolongadas o repetitivas, estos materiales pueden sobrevivir humedecimiento y secado y pueden ser limpiados con éxito después de una inundación.

Tabla 3.9: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.	
5.4 Materiales de Construcción	
S65	Los materiales resistentes a la inundación no deben degradar los materiales adyacentes o los sistemas de los cuales el material forma parte.
S66	Se recomiendan como materiales resistentes a la inundación los sujetadores y conectores de acero inoxidable, acero galvanizado, galvanizado por inmersión en caliente, bronce de silicio o cobre para uso con madera tratada con conservantes.
S67	Los revestimientos de cal hidráulica tiene buena propiedades de resistencia al agua y puede permitir que las paredes se sequen y sin necesidad de reemplazo.
S68	Se recomienda los acabados de suelos que incluyan pisos de cerámica, hormigón, piedra o soleras de arena/cemento.
S69	Se recomienda que todas las baldosas deben ser pegadas con un compuesto adhesivo, y junto con una base de cemento y una lechada impermeable.
S70	No se recomienda el uso de soleras de hormigón por encima de poliestireno o poliuretano, ya que dificultan el secado del material de aislamiento.
S71	Los materiales adecuados para zócalos incluyen cerámica y pvc. Las baldosas cerámicas son económicamente viables y ambientalmente aceptables.
S72	Se recomienda tratar de utilizar materiales de aislamiento del tipo de célula cerrada para minimizar el impacto del agua de la inundación.
S73	Colocar el aislamiento por debajo y por encima de la losa del suelo podría minimizar el efecto del agua de inundación en las propiedades del aislamiento y ser más fácil reemplazarlo, si es necesario.
S74	Para inundaciones más leves podría ser aconsejable colocar el aislamiento por debajo de la losa del suelo, pero tomando en consideración las características del aislamiento utilizado, ya que puede verse afectado por las fuerzas de levantamiento generadas por el agua de inundación.
S75	Pisos de acero suspendidos pueden ser adecuados siempre que incorporan características resilientes como propiedades anticorrosivas y cumplir con la capacidad estructural requerida.

Tabla 3.9: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.	
5.4 Materiales de Construcción	
S76	No se recomienda el uso de pisos de madera ya que al entrar en contacto con el agua de inundación suelen deformarse significativamente.
S77	Se recomienda evitar las paredes de madera en las construcciones que pueden ser inundables.
S78	Se recomienda el uso de marcos de acero, ya que pueden ser una alternativa adecuada para incorporar materiales resilientes.
S79	Para el aislamiento de las cavidades de bloques o ladrillos debe incorporar preferiblemente materiales de celdas cerradas rígidas ya que estos conservan la integridad y tienen baja humedad de recogida.
S80	No se recomienda el uso de bloques de fibra mineral, ya que pueden permanecer húmedos por varios meses después de la exposición con el agua de inundación, por lo tanto el proceso de secado de la pared es muy lento.
S81	Evitar las placas, revestimientos y listones de yeso, ya que tienden a desintegrarse cuando se sumergen en agua.
S82	Es recomendable utilizar selladores de muros para reducir la penetración del agua y para tapar grietas.
S83	Se recomienda que el enmarcado de las puertas y ventanas deben sellarse con pvc.
S84	Puertas interiores de madera de núcleo hueco no deben utilizarse donde la frecuencia prevista de inundación es alta.
S85	Las ventanas deben poseer un doble acristalamiento conforme a las normas pertinentes, que en principio puedan resistir adecuadamente las presiones generadas por las inundaciones.
S86	Los sujetadores y conectores que se utilizan para unir componentes de un elemento estructural, deber ser hecho de un material resistente y anticorrosivo.

Tabla 3.9: Edificación en una Zona Inundable (continuación)

Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable

6. Resiliencia

S87	Promover el desarrollo sostenible y adecuado para la construcción de edificios, resistentes a la inundación y medidas flexibles en las áreas donde existe un riesgo residual de inundación.
S88	Se pueden utilizar medidas resilientes de impedimento de entrada del agua al edificio hasta una profundidad máxima de inundación de 60cm de agua sobre el suelo, esta medida tiene como objetivo recuperar el total del edificio.
S89	Cuando el nivel de agua exceda los 60cm la estrategia resilientes mas adecuada es que el agua de inundación penetre a la edificación para de esta manera poder compensar las fuerzas hidrostáticas a las que estará sometida y la estructura. Y garantizar que los elementos inundados dentro de la edificación podrán ser fácilmente reparados o reemplazados.
S90	La compresión de las fuentes y el nivel de riesgo de inundación de un área determinada permitirá una apreciación mas completa de las tecnologías Flood Resilience (FRe) que podrían ser útiles y apropiadas para cada caso.
S91	Las tecnologías resilientes no tienen “una talla única para todos”, todo dependerá de las medidas que necesite la edificación para hacerla resistente a la inundación. Por tanto el costo de un paquete de medidas variará dependiendo el tipo de edificación.
S92	En las medidas resiliente se debe considerar la mejor y mas aceptable forma de prevenir el reflujo de aguas negras.
S93	Las medidas resilientes deben ser capaces que el producto se pueda minimizar visiblemente o que pueda encajar con el diseño global de la edificación y que el sitio sea lo mas agradable estéticamente para el usuario final.
S94	Utilización de ventanas y puertas resistentes a la inundación. Que han sido ensayadas a niveles de inundación de 60 y 90cm por encima del suelo. Estos elementos tienen una tasa de fuga máxima designada de un litro por hora.
S95	Utilización de elementos temporales de protección para uso fuera del edificio o para pegarse contra el edificio o secciones del edificio (cimientos bajos o plantas bajas), para de esta manera ayudar a reducir la filtración en ciertas zonas.
S96	También se han diseñado sistemas de sellado temporal de las caras externas por encima del suelo de los edificios y propiedades durante el paso de la inundación hasta un nivel esperado de 60 a 90 cm de agua por encima del suelo. Se ha diseñado para cubrir una propiedad y asegurar que no penetra el agua al edificio. Teniendo una tasa admisible de fuga de un litro por hora por metro.
S97	Se pueden utilizar productos desmontables de protección contra inundaciones, que son capaces de ser retirados y reinstalados sobre soportes fijos. Pueden utilizarse fuera del edificio o pueden ser pegados contra el edificio o a elementos estructurales.
S98	Tanques de almacenamiento de agua por encima de WC permiten usar el inodoro durante una inundación en caso de que la red de agua se cierre.
S99	Las edificaciones deben construirse con, calefacción, ventilación, fontanería, aire acondicionado y equipo eléctrico y otras instalaciones de servicios diseñados para prevenir la entrada de agua o la acumulación dentro de los componentes.

Tabla 3.9: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
6. Resiliencia	
S100	Instalar circuitos eléctricos independientes e interruptores automáticos por falla a tierra en áreas que inundarán. Las medidas de emergencia deberían ser adecuadas para que el servicio eléctrico se pueda apagar para evitar riesgos de electrocución.
S101	Una recomendación resiliente es la implementación de accesorios de sacrificio que puedan ser reemplazados después de una inundación. Pero siempre sopesando los costos de estas unidades accesorios y la frecuencia de la ocurrencia de inundaciones.
S102	Es recomendable utilizar puertas y cajones de madera maciza extraíble en la cocina, para poder moverlos fácilmente a otro lugar de la casa lejos del agua de inundación.
S103	Es recomendable colocar lo mas alto del piso posible electrodomésticos como hornos de gas, lavadoras, etc. para minimizar el riesgo de ser afectados por el agua de la inundación.
S104	En las cocinas es necesario proveer de mecanismo que faciliten el drenaje y la limpieza eficaz de la área.
S105	Los materiales resilientes deben ser materiales resistentes, de buen y rapido secado y fáciles de limpiar.
S106	Los materiales resilientes y resistentes a la inundación deben cumplir que el costo de reparación cosmética de estos sea menor que el costo de sustitución de los materiales y sistemas afectados.
S107	Debe existir un correcto mantenimiento de las Tecnologías FRe, para que puedan operar de una manera correcta durante el fenómeno de la inundación.
S108	Los pisos de concreto sufren menos daños, son menos costosos y más rápidos de restaurar tras la exposición al agua de inundación, en relación a los pisos de madera.
S109	Utilización de sumidero en superficie: provisión de un sumidero y una bomba automática de pequeña capacidad en la planta baja se recomienda en los casos en que la probabilidad esperada de la inundación en un año es del 20% o una frecuencia de inundación de más de una vez cada cinco años. Este sistema ayudará al proceso de drenaje y acelerar el secado de la edificación.
S110	Implementación de nuevos diseños de edificaciones capaces de flotar en el agua debido a la flotabilidad intrínseca de las fuerzas de inundación. Estas casas flotantes se pueden dividir en dos tipos según sus diferentes modos de movimiento. Una de ellas es la casa "barco" flotante que se puede mover libremente tanto en direcciones verticales como horizontales. Otro es el "ascensor" casa flotante que sólo puede moverse verticalmente hacia arriba o hacia abajo. Estos dos tipos pueden hacer uso de un sótano especial o gran plataforma para generar suficiente fuerza flotante para empujarse así mismo.
S111	Se debe considerar elevar puertas y ventanas lo mas alto posible, pero respetando los requisitos de acceso al nivel.

En las siguientes tablas 3.10 y 3.11 se ha querido dar una valoración a cada riesgo y recomendación que se ha extraído de la literatura revisada. Para esto se han designado 3 columnas: la primera se denomina “Ponderación” en esta columna se da una calificación en función del número de veces que se repite el riesgo, lo que quiere significar el nivel o probabilidad de ocurrencia del riesgo en la casuística de la literatura revisada; La segunda columna se denomina “Valoración” que es el resultado de la evaluación realizada anteriormente de acuerdo al tipo de fuente consultada; Y una última columna denominada “Influencia” que se ha obtenido mediante el análisis de cada uno de los riesgos y/o recomendaciones y el impacto que puedan tener.

Para dar una ponderación adecuada se han establecido las siguientes escalas:

Nivel de Riesgo	Bajo		Medio				Alto		
Valoración	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0

Recomendación	Bajo		Medio				Alto		
Aplicación / Utilidad	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0

En función del No. de veces que se repite el riesgo y/o Recomendación.	Bajo		Medio				Alto		
	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0

Tabla 3.10: Valoración y Ponderación del Set de Riesgos de la Revisión de Documentación.				
1. Localización				
Código Riesgo	Ponderación	Valoración	Influencia	Total
R1	7	7	8	7.33
R2	8	8	9	8.33
R3	6	7	8	7.00
R4	6	7	8	7.00
R5	8	7	7	7.33
R6	9	9	8	8.67
R7	7	8	9	8.00
R8	7	8	9	8.00
R9	8	9	9	8.67
R10	8	7	6	7.00
R11	8	8	9	8.33
R12	8	8	9	8.33
R13	7	8	8	7.67
R14	6	8	9	7.67
R15	8	8	9	8.33
R16	6	8	9	7.67
2. Construcción y Urbanismo				
Código Riesgo	Ponderación	Valoración	Influencia	Total
R17	6	8	9	7.67
R18	5	7	8	6.67
R19	8	8	8	8.00
R20	5	6	7	6.00
R21	8	8	8	8.00
R22	5	8	8	7.00
R23	6	7	8	7.00
R24	7	8	8	7.67
R25	6	7	8	7.00
R26	8	8	8	8.00
3. Consideraciones				
3.1 Acciones				
Código Riesgo	Ponderación	Valoración	Influencia	Total
R27	8	9	9	8.67
R28	8	8	8	8.00
R29	7	8	7	7.33
R30	8	8	9	8.33
R31	9	9	9	9.00
R32	9	9	9	9.00
R33	8	8	9	8.33
R34	7	8	9	8.00
3.2 Influencias				
Código Riesgo	Ponderación	Valoración	Influencia	Total
R35	8	8	7	7.67
R36	8	9	7	8.00
R37	7	8	8	7.67
R38	8	7	9	8.00
R39	8	7	9	8.00
R40	7	8	8	7.67
R41	7	8	9	8.00
R42	7	8	8	7.67
R43	7	7	8	7.33
R44	7	6	7	6.67
R45	6	6	6	6.00
R46	6	7	5	6.00
R47	7	7	8	7.33

Tabla 3.10: Valoración y Ponderación del Set de Riesgos de Revisión de Documentación.

Tabla 3.11: Valoración y Ponderación del Set de Recomendaciones de la Revisión de Documentación.				
4. Efectos de Minoración				
Codigo Solución	Ponderación	Valoración	Influencia	Total
S1	8	9	10	9.00
S2	8	8	8	8.00
S3	6	7	8	7.00
S4	8	9	10	9.00
S5	7	8	9	8.00
S6	6	7	9	7.33
S7	7	8	9	8.00
S8	8	9	9	8.67
S9	6	7	10	7.67
S10	5	8	10	7.67
5. Recomendaciones				
5.1 Entorno				
Codigo Solución	Ponderación	Valoración	Influencia	Total
S11	6	8	9	7.67
S12	6	8	10	8.00
S13	7	8	9	8.00
S14	6	9	10	8.33
S15	7	8	10	8.33
S16	6	7	10	7.67
S17	8	9	9	8.67
S18	7	9	9	8.33
S19	6	9	9	8.00
S20	5	9	9	7.67
5.2 Estados Limites				
Codigo Solución	Ponderación	Valoración	Influencia	Total
S21	5	9	9	7.67
S22	5	8	9	7.33
S23	5	9	9	7.67
S24	4	9	9	7.33
5.3 Estructura				
Codigo Solución	Ponderación	Valoración	Influencia	Total
S25	5	9	10	8.00
S26	7	9	10	8.67
S27	6	9	9	8.00
S28	3	8	9	6.67
S29	5	8	10	7.67
S30	3	9	9	7.00
S31	5	8	8	7.00
S32	6	9	9	8.00
S33	6	9	8	7.67
S34	4	8	8	6.67
S35	6	8	9	7.67
S36	3	7	8	6.00
S37	3	7	8	6.00
S38	3	6	7	5.33
S39	5	7	9	7.00

Tabla 3.11: Valoración y Ponderación del Set de Recomendaciones de Revisión de Documentación

Tabla 3.11: Valoración y Ponderación del Set de Recomendaciones de la Revisión de Documentación. (Continuación)				
6. Resiliencia				
Codigo Solución	Ponderación	Valoración	Influencia	Total
S87	8	9	9	8.67
S88	8	9	9	8.67
S89	8	9	9	8.67
S90	6	7	9	7.33
S91	6	7	8	7.00
S92	5	7	8	6.67
S93	5	9	9	7.67
S94	5	9	9	7.67
S95	5	8	6	6.33
S96	4	7	8	6.33
S97	4	6	8	6.00
S98	3	6	5	4.67
S99	4	8	8	6.67
S100	5	8	7	6.67
S101	4	8	9	7.00
S102	3	7	7	5.67
S103	3	8	9	6.67
S104	5	8	8	7.00
S105	5	7	9	7.00
S106	5	9	9	7.67
S107	5	6	7	6.00
S108	5	7	8	6.67
S109	3	7	9	6.33
S110	3	6	7	5.33
S111	4	6	9	6.33

Tabla 3.11: Valoración y Ponderación del Set de Recomendaciones de Revisión de Documentación.

Paso 7: Set de catalogo de riesgos y recomendaciones aportados por la revisión de documentación.

Luego para realizar la priorización de los riesgos y recomendaciones encontrados mediante la revisión de documentación a través de las valoraciones y ponderaciones obtenidas. Se ha utilizado el análisis de Pareto que es una comparación cuantitativa y ordenada de elementos o factores según su contribución a un determinado efecto. El objetivo de esta comparación es clasificar dichos elementos o factores en dos categorías: Las "Pocas Vitales" (los elementos muy importantes en su contribución) y los "Muchos Triviales" (los elementos poco importantes en ella).

En las figuras 3.4 y 3.5 se exponen los gráficos realizados mediante la regla del 80-20, en donde se observa que sea ha descartado todo lo que no esté por encima del 80% en el grafico.

Y de esta manera se ha obtenido el set final de riesgos y recomendaciones apartados por la revisión de documentación, que se muestran en las tablas 3.12 y 3.13 que se desglosan a continuación.

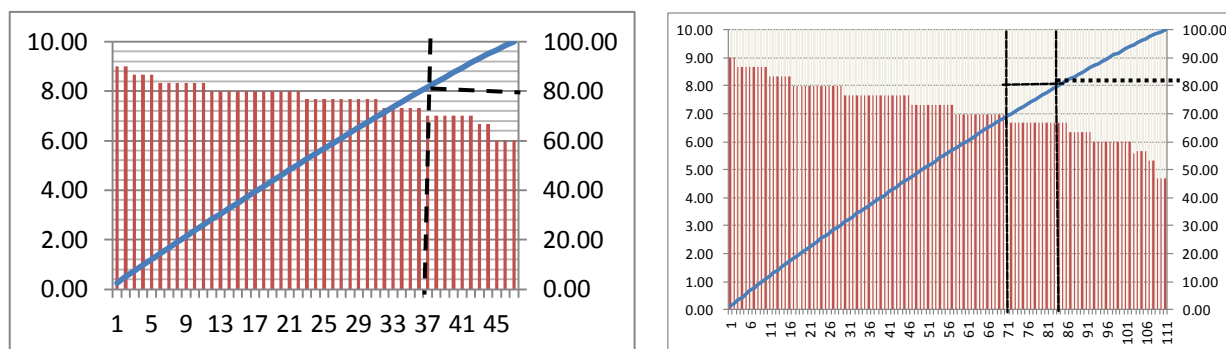


Figura 3.5 : Grafico de la Regla 80-20 de Pareto.

Tabla 3.12: Edificación en una Zona Inundable	
Riesgos de una edificación en una zona inundable	
1. Localización	
R1	Se presenta Riesgo de inundación para edificaciones que se encuentren cerca de cuencas, subcuencas o en zonas costeras.
R2	Se presenta riesgo de inundación en edificaciones que se encuentren localizadas en zonas inundables donde los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas responden a períodos estadísticos de retorno de 100 o 500 años.
R3	Existe riesgo de inundación para una edificación si se encuentra emplazada en llanuras aluviales como zonas de retención naturales.
R4	Se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios: a) Que el calado sea superior a 1 m.; b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s ; c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m ² /s.
R5	Existe un riesgo de inundación para edificaciones localizadas en la vía de intenso desagüe por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno.
R6	Existe riesgo de inundación para una edificación se encuentra localizada en la delimitación de la zona de flujo preferente.
R7	Existe un riesgo para las personas y los bienes si la edificación se encuentra emplazada bajo la cota de inundación de acuerdo a los mapas de inundación proporcionados por la autoridad competente.
R8	Existe riesgo en zonas donde se incluyen áreas de inundación superficial y se muestran por lo general promedios de profundidad de inundación de 1 a 3 pies, donde no existe un canal bien definido, donde el camino de las inundaciones es impredecible, y donde el flujo de velocidad puede ser evidente.
R9	Puede haber un riesgo de inundación en lugares donde la lluvia puede ser tan intensa que la tierra no es capaz de absorber el agua produciéndose grandes encharcamientos.
R10	Puede haber un riesgo de inundación en lugares donde la lluvia puede ser tan intensa que el agua fluye rápidamente por las colinas o laderas hacia las zonas bajas donde existen zonas urbanas, aumentando la vulnerabilidad de las personas y los bienes.
R11	Riesgo de inundación debido a fuertes lluvias que penetran en la tierra y pueden saturar el suelo. Traduciéndose en un aumento del nivel de agua subterránea que conduce a la inundación por encima del suelo. Estas inundaciones subterráneas pueden llevar semanas o meses para disiparse.
R12	Riesgo de zanjas de drenaje bloqueadas, desagües sobrecargados, desbordamiento de alcantarillas, sistemas de evacuación de aguas pluviales o cunetas a través de caminos, jardines o en la parcela de la propia construcción, todo esto puede ocurrir debido a fuertes precipitaciones. Este tipo de inundaciones es impredecible y a menudo se produce en lugares inesperados dependiendo la ubicación y la intensidad de las precipitaciones.
R13	Riesgo de inundaciones provocadas por el flujo superficial causado por las fuertes lluvias que caen sobre áreas pavimentadas de asfalto o de hormigón con drenaje inadecuado. Áreas pavimentadas, tales como carreteras, pueden actuar como canales para el flujo superficial del agua de inundación, provocando la acumulación de agua en las zonas más bajas en dirección al flujo. Afectando de esta manera a las propiedades que pueden ser inundadas por el agua que se acumula rápidamente en estas zonas.

Tabla 3.12: Set Final de Riesgos de la Revisión de Documentación.

Tabla 3.12: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Riesgos de una edificación en una zona inundable	
2. Construcción y Urbanismo.	
R14	Riesgo de inundación en áreas urbanas debido a problemas de drenaje locales que crean charcos e inundaciones locales que a menudo no está directamente asociado a un cuerpo de agua, como un arroyo o río. Aunque dicha inundación es relativamente poco profunda y no se caracteriza por los altos flujos de velocidad, puede dar lugar a un daño considerable. Las áreas con mal drenaje con frecuencia experimentan daño repetitivo. Algunos problemas de drenaje locales se ven agravados por la infraestructura del sistema de drenaje de edad o de poco tamaño. Este tipo de inundaciones a menudo no está asignada o regulada.
R15	Riesgo debido a una alteración de las características de la inundación, a veces por el desarrollo de tierras altas que se ha incrementado la escorrentía, y otras veces por las modificaciones locales que han alterado la forma de la superficie de tierra de la llanura de inundación (como rellenos o diques).
R16	Riesgo de grietas importantes en la planta baja debido al levantamiento de presiones generadas por el agua de inundación.
R17	Riesgo de acumulación de sedimento del agua de inundación en las cavidades de las paredes, generando una reducción potencial en las propiedades aislantes del elemento y en la composición.
R18	Riesgo de que por las condiciones del terreno de la propiedad sea más probable que el agua de inundación se filtre a través de los pisos, debilitando de esta forma la estructura.
R19	Riesgo de cambio de composición y forma de los componentes del edificio debido a largos periodos saturación, un ejemplo de esto es la madera que si se humedece se hincha demasiado rápido, y si seca se agrieta, fractura o se deforma.
R20	Si las áreas por debajo de la estructuras son básicamente impermeables, flotabilidad o levantamiento fuerzas del agua que se acumula por debajo y alrededor pueden hacer flotar un edificio fuera del suelo o romper los pisos de concreto. Los edificios que no son están anclados adecuadamente pueden flotar o ser empujados fuera de sus bases. Y estos edificios a su vez impactar con otros edificios en las cercanías.
3. Consideraciones: Acciones e Influencias.	
3.1 Acciones	
R21	Riesgo de fallo estructural debido a empujes hidrostáticos laterales o verticales producidos por el agua de inundación, causando un desequilibrio de presiones debido a una profundidad de agua diferencial en los lados opuestos de una estructura o elemento estructural.
R22	Riesgo de fatiga estructural por el empuje dinámico del agua en movimiento a los que se pueden ver afectados los elementos estructurales de la edificación.

Tabla 3.12: Set Final de Riesgos de la Revisión de Documentación.

Tabla 3.12: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Riesgos de una edificación en una zona inundable	
3. Consideraciones: Acciones e Influencias.	
3.1 Acciones	
R23	Riesgo de inestabilidad estructural debido a la fuerza boyante del agua que genera un empuje sobre una estructura o elemento estructural sujeto a una inmersión parcial o total; actuando verticalmente en el centro de gravedad del volumen desplazado.
R24	Riesgo de fallo o debilitamiento de la estructura debido al impacto de algún objeto como tronco de árboles, partes de otros edificios, escombros, tanques de basura, objetos cortantes, coches, etc. que pueden ser arrastrados por el agua de inundación.
R25	Riesgo de inestabilidad de la estructura en zonas costeras debido a la fuerza del frente de ola causada por un frente de agua que choca contra una estructura.
R26	Riesgo de fallo estructural debido a la fuerza de arrastre causada por la velocidad del flujo alrededor de un elemento estructural.
R27	Riesgo de que las cargas hidrostáticas puedan causar una grave deflexión o desplazamiento de edificios o componentes de construcción si hay una diferencia sustancial en los niveles de agua en lados opuestos de la componente (o en el interior y exterior del edificio).
3.2 Influencias	
R28	Riesgo de deterioro estructural en función del tiempo al que esta expuesta la estructura al agua de inundación.
R29	Riesgo de inestabilidad de terraplenes o laderas debido a una disminución del suelo como resultado de un evento de inundación.
R30	Riesgo del aumento de los efectos y las magnitudes de otras cargas de inundación, debido a la erosión a largo plazo y la socavación localizada.
R31	Riesgo de Flotabilidad del edificio debido a las fuerzas boyantes resultantes del desplazamiento de agua.
R32	Riesgo de flotabilidad cuando la carga muerta del edificio o del depósito no son capaces de resistir la fuerza boyante del agua.
R33	Riesgo de fallo estructural por socavación localizada debido al nivel de turbulencia del agua en el suelo alrededor de la cimentación.
R34	Riesgo de fallo estructural debido a asentamientos diferenciales por pérdida de la capacidad portante del suelo motivo del agua de inundación.
R35	Riesgo de fallo estructural debido a que el edificio no este bien anclado al suelo, y no pueda resistir las fuerzas de levantamiento del agua, y por consiguiente se rompan los pisos de concreto o flote el edificio.

Tabla 3.12: Set Final de Riesgos de la Revisión de Documentación.

Tabla 3.12: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Riesgos de una edificación en una zona inundable	
3. Consideraciones: Acciones e Influencias.	
3.2 Influencias	
R36	Los tanques de almacenamiento subterráneos están sometidos a fuerzas de flotación significativas y pueden ser desplazados, especialmente cuando experimentan inundaciones de larga duración.
R37	Conectores y elementos de fijación son parte integral de la estabilidad estructural de los edificios, por lo tanto, riesgo de fallo causado por la corrosión acelerada pondría ser un peligro para el edificio.
R38	Riesgo de que la erosión de las laderas, especialmente taludes sin protección, puedan conducir a fallas en las pendientes y la pérdida parcial o total del soporte de la fundación en el suelo.

Tabla 3.12: Set Final de Riesgos de la Revisión de Documentación.

Tabla 3.13: Edificación en una Zona Inundable	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
4. Efectos de Minoración	
S1	Preparación de mapas de peligrosidad por inundaciones y mapas de riesgo de inundación.
S2	Clasificación de las zonas de riesgo de inundación en función de periodos de retorno que indiquen un nivel bajo, medio y alto de peligrosidad.
S3	Mapas de la demarcación hidrográfica donde se representen los límites de las cuencas o subcuencas hidrográficas y, cuando existan, las zonas costeras, mostrando la topografía y los usos del suelo.
S4	Elaboraciones de planes de gestión de riesgos de cara la inundación que consideraren como mínimo, además de la población potencialmente afectada, todos aquellos elementos (edificios, instalaciones, infraestructuras y elementos naturales o medioambientales), situados en zonas de peligro que, de resultar alcanzados por la inundación o por los efectos de fenómenos geológicos asociados, pueda producir víctimas, interrumpir un servicio imprescindible para la comunidad o dificultar gravemente las actuaciones de emergencia.
S5	Establecer medidas de restauración fluvial, conducentes a la recuperación del comportamiento natural de la zona inundable, así como de sus valores ambientales asociados y las medidas para la restauración hidrológico-agroforestal de las cuencas con objeto de reducir la carga sólida arrastrada por la corriente, así como de favorecer la infiltración de la precipitación.
S6	Establecer medidas de mejora del drenaje de infraestructuras lineales, que incluirán la descripción de los posibles tramos con un insuficiente drenaje transversal, así como de otras infraestructuras que supongan un grave obstáculo al flujo, y las medidas previstas para su adaptación.
S7	Establecer planes de previsión e información hidrológica con el objeto de proporcionar, ante la concurrencia de fenómenos capaces de generar avenidas, la información necesaria sobre la Situación hidrológica de la zona que puede generar dicha avenida y de la que puede verse afectada por la misma, así como la evolución de dicha situación hidrológica, con objeto de que puedan adoptarse medidas adecuadas de protección de personas y bienes, y alertar a la población que pueda resultar afectada. Dicha información contemplará los siguientes aspectos: Precipitaciones registradas en los puntos de control; Secuencia de niveles en puntos de control y en embalses; Previsión de la secuencia anterior en función de las previsiones meteorológicas; y Previsión de zonas inundables.
S8	Implementar planes de protección civil ante el Riesgo de Inundaciones que establezcan la organización y procedimientos de actuación de aquellos recursos y servicios del Estado que sean necesarios para asegurar una respuesta eficaz del conjunto de las Administraciones Públicas, ante situaciones de emergencia por riesgo de inundaciones en las que esté presente el interés nacional.

Tabla 3.13: Set Final de Recomendaciones de la Revisión de Documentación.

Tabla 3.13: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
4. Efectos de Minoración	
S9	Implementar sistemas de drenaje sostenible (SUDS) integrado con el edificio y el medio, este diseño ayudará a controlar la escorrentía generada por la inundación y también gestionar la escorrentía de los terrenos adyacentes.
S10	Deben de ser diseñadas vías de escape seguras y áreas de refugio seguro sobre el nivel de la inundación. Así como también se debe contemplar una estrategia de planificación para el peor de los casos en el que se necesite un acceso de emergencia para los servicios de rescate en barcos o helicópteros, para esto deben diseñarse balcones, jardines en el techo u otros puntos adecuados.
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.	
5.1 Entorno	
S11	En el caso de las inundaciones causadas por las aguas costeras y de transición, se tendrán en cuenta también la batimetría de la franja marítima costera, los procesos erosivos de la zona y la tendencia en el ascenso del nivel medio del mar y otros efectos en la dinámica costera por efecto del cambio climático.
S12	Se deberá tener conocimiento sobre la localización de los cursos de agua y sus características hidrológicas y geomorfológicas generales.
S13	Se deben realizar planes de ordenación territorial y urbanística, que respeten los usos del suelo, dichos planes no podrán incluir determinaciones que no sean compatibles con el contenido de los planes de gestión del riesgo de inundación, y además deben reconocer el carácter rural de los suelos en los que concurran dichos riesgos de inundación o de otros accidentes graves.
S14	No se debe construir ningún tipo de edificación en la zona de policía ni de servidumbre como establece la Ley del Dominio Publico.
S15	En las zonas con riesgo de inundación se debe realizar aforos y proporcionar información sobre crecidas y control de la calidad de las aguas.
S16	Se considerarán puntos conflictivos aquellos en los que, a consecuencia de las modificaciones ejercidas por el hombre en el medio natural o debido a la propia geomorfología del terreno, pueden producirse situaciones que agraven de forma substancial los riesgos o los efectos de la inundación. Se tendrán especialmente en cuenta los puntos de los cauces por los que, en caso de avenida, han de discurrir caudales desproporcionados a su capacidad, y aquellos tramos de las vías de comunicación que puedan verse afectados por las aguas.
S17	Se deberá manejar datos de predicciones meteorológicas que proporcionen información de la génesis del fenómeno, localización, extensión, duración, intensidad.

Tabla 3.13: Set Final de Recomendaciones de la Revisión de Documentación.

Tabla 3.13: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.	
5.1 Entorno	
S19	Los diseñadores deben de tener en cuenta la topografía, la distancia de la fuente de la inundación, y la proximidad de otros edificios y los obstáculos, antes de seleccionar la velocidad de inundación para el diseño.
S20	La acción de las olas se debe de tener en cuenta en la planificación de sitios a lo largo de los litorales costeros, en las zonas de riesgo de inundación que están tierra adentro de las costas abiertas, y otras áreas donde se producen las olas, incluidas las zonas con suficientes vientos que pueden generar olas (como lagos y amplias llanuras de inundación de los ríos). Las olas en la parte superior de las mareas de tormenta pueden ser hasta de un 50 por ciento mayor que la profundidad de la oleada.
5.2 Estados Limites	
S21	Se deberá considerar el potencial de socavación alrededor de los pilares y se establecerá las medidas de protección necesarias.
S22	Se recomienda establecer para los cálculos Estados límite el uso de cargas muertas al 100%.
S23	Las cargas vivas no se utilizarán o se reducirán cuando de ello resulte una condición más desfavorable. En estanques de almacenamiento, piscinas y otras estructuras similares, diseñados para contener y almacenar materiales, que pueden estar llenos o vacíos en caso de inundación, ambas condiciones deben ser analizadas en combinación con las cargas de inundación de la estructura considerada llena o vacía.
S24	La acción de las olas que contribuyen a la erosión y socavación y también contribuyen significativamente a diseñar las cargas en edificios. Debido a que la magnitud de las fuerzas de onda puede ser de 10 a 100 veces mayor que el viento u otras cargas de diseño, y por lo tanto puede controlar muchos parámetros de diseño.
5.3 Estructura	
S25	Cualquier edificación o parte de la misma, con destino no habitacional y sin prohibición para ubicarse por debajo de la cota de inundación, debe diseñarse de tal manera que pueda pasar el agua sin mayores obstáculos.
S26	Cualquier edificación o parte de la misma, con destino no habitacional y sin prohibición para ubicarse por debajo de la cota de inundación, debe diseñarse de tal manera que sea una estructura hermética con paredes impermeables al paso del agua y con componentes estructurales que tengan la capacidad de resistir cargas hidrostáticas e hidrodinámicas.
S27	Para reducir los riesgos de inundación se podrían proyectar edificación de modo tal que el piso o nivel habitable más bajo se diseñe elevado sobre la cota de inundación, pudiendo estar apoyada en elementos tipo columna, tales como pilares y en algunos casos muros.

Tabla 3.13: Set Final de Recomendaciones de la Revisión de Documentación.

Tabla 3.13: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.	
5.3 Estructura	
S28	Para edificaciones elevadas sobre estructuras, se recomienda que los pilares deban ser compactos y libres de apéndices innecesarios, que actúan como trampa o restringen el libre paso de los escombros durante una inundación. Los muros deben estar orientados con el lado más largo paralelo al sentido general del flujo de inundación.
S29	Los arrostramientos utilizados para proporcionar estabilidad lateral deben causar la menor obstrucción al flujo de inundación y reducir la posibilidad de atrapar los escombros que flotan.
S30	Para edificaciones que se encuentren elevadas sobre elementos estructurales, se debe diseñar de manera tal que la estructura principal del edificio este debidamente anclada y conectada a la subestructura que la eleva para resistir todas las fuerzas laterales, verticales positivas o negativas.
S31	Los elementos estructurales que puedan ser impactados por objetos arrastrados por la inundación, deben calcularse considerando que dichos objetos actúan como una carga concentrada que actúa horizontalmente al nivel de la cota de inundación o en cualquier punto por debajo de ella y es igual a la fuerza del impacto producido por 500 kg de peso de escombros que viajan a la velocidad del agua de la inundación y actúa sobre una superficie de 0,1 m ² de la cara de la estructura, donde se asume se produzca el impacto. La fuerza de choque se aplicará al material estructural en el lugar más crítico o vulnerable determinado por el diseñador.
S32	En el diseño estructural se debe considerar la duración de impacto es el tiempo transcurrido durante el cual la carga de impacto actúa sobre el elemento de construcción o edificio. La duración del impacto está influenciada principalmente por el frecuencia natural del edificio o elemento, que es una función de la rigidez de la construcción. La rigidez se determina por las propiedades del material, el número de miembros de soporte (columnas o pilas), la altura del edificio por encima del suelo, y la altura a la que se golpea el elemento. A pesar de todas las variables que pueden influir en la duración del impacto, los primeros supuestos sugirieron una duración de 1 segundo. (ASCE)
S33	Las edificaciones deben ser diseñadas y adecuadamente ancladas para evitar la flotación, colapso o movimiento lateral resultante de cargas hidrodinámicas e hidrostáticas, incluidos los efectos de la flotabilidad.
S34	En el diseño de la resistencia de un edificio o deposito frente a las fuerzas de flotación. Se debe calcular únicamente considerando el peso propio del edificio o deposito, si el este peso no es suficiente para contrarrestar la fuerza boyante del agua. Se deben de ir a soluciones adicionales de estabilización.

Tabla 3.13: Set Final de Recomendaciones de la Revisión de Documentación.

Tabla 3.13: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.	
5.4 Cimentacion	
S35	El diseño de la fundación deberá tener en cuenta los efectos de la saturación del suelo y/o socavación en el comportamiento de la fundación.
S36	Para edificaciones cimentadas sobre relleno, el diseño de este debe demostrar que no altera sustancialmente las características del escurrimiento consideradas en los planos de inundación. Asimismo el relleno tampoco debe afectar a otras construcciones existentes ni a otras instalaciones o sistema de drenaje.
S37	Se debe estudiar los efectos de las inundaciones y de la socavación en la estabilidad de taludes.
S38	Una buena compactación es necesaria para reducir el riesgo de asentamiento y consecuente agrietamiento de los elementos estructurales.
S39	La utilización de losas de piso de concreto sólido, siempre que estén diseñadas para soportar la presión del agua, pueden proporcionar un sellado efectivo para evitar que el agua se filtre desde el suelo.
S40	Para el diseño de la elevación de tierras se debe realizar una consideración cuidadosa sobre: las condiciones del terreno existente (por ejemplo, su subyace en terrenos blandos o muy permeables); el tipo de material (inerte, granular o cohesivo); la pendiente y estabilidad del terraplén; compactaciones y asentamiento del material de relleno; y el impacto hidrológico en el terreno existente.
S41	En el diseño cimentaciones de elementos tipo columna como es el caso de los pilotes, se debe estudiar las posibles características que influyen en la susceptibilidad del suelo frente a la acción erosiva o de socavación del agua.
S42	La erosión se debe considerar durante los cálculos de carga, ya que aumenta la profundidad de inundación local, que a su vez influye en los cálculos de carga. En las zonas sujetas a la erosión gradual de la superficie del suelo, son necesarias profundidades de empotramiento mayores para poder mitigar los efectos de la inundación.
5.4 Materiales de Construcción	
S43	Los materiales utilizados deben considerar las mismas tensiones admisibles (o factores de carga en el caso de diseño por resistencia) que las normas de diseño estructural establecen para viento o sismo, combinadas con las cargas gravitacionales; es decir, tratar las cargas y tensiones producto de tsunamis en la misma forma que las cargas de sismo.

Tabla 3.13: Set Final de Recomendaciones de la Revisión de Documentación.

Tabla 3.13: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.	
5.4 Materiales de Construcción	
S44	En función de la composición del metal, las inundaciones repetitivas, sobre todo por las aguas costeras salinas, pueden contribuir a la corrosión a largo plazo. Conectores y elementos de fijación son parte integral de la estabilidad estructural de los edificios, por lo tanto, pueden producir un fallo causado por la corrosión acelerada que representaría un peligro para el edificio.
S45	Las membranas a prueba de humedad (dpm) deben ser incluidos en cualquier diseño para minimizar el paso del agua a través de pisos de tierra. Membranas de polietileno impermeables deben ser de al menos 1200 mm para minimizar la rasgadura.
S46	Los materiales resistentes a la inundación debe ser aquellos productos para la construcción que sean capaces de resistir el contacto prolongado (72 horas) y directo de las aguas sin sufrir daños significativos.
S47	Los materiales resistentes a la inundación no deben degradar los materiales adyacentes o los sistemas de los cuales el material forma parte.
S48	Se recomiendan como materiales resistentes a la inundación los sujetadores y conectores de acero inoxidable, acero galvanizado, galvanizado por inmersión en caliente, bronce de silicio o cobre para uso con madera tratada con conservantes.
S49	Se recomienda que todas las baldosas deben ser pegadas con un compuesto adhesivo, y junto con una base de cemento y una lechada impermeable.
S50	No se recomienda el uso de soleras de hormigón por encima de poliestireno o poliuretano, ya que dificultan el secado del material de aislamiento.
S51	No se recomienda el uso de pisos de madera ya que al entrar en contacto con el agua de inundación suelen deformarse significativamente.
S52	Se recomienda evitar las paredes de madera en las construcciones que pueden ser inundables.
S53	Se recomienda el uso de marcos de acero, ya que pueden ser una alternativa adecuada para incorporar materiales resilientes.
S54	Para el aislamiento de las cavidades de bloques o ladrillos debe incorporar preferiblemente materiales de celdas cerradas rígidas ya que estos conservan la integridad y tienen baja humedad de recogida.
S55	Evitar las placas, revestimientos y listones de yeso, ya que tienden a desintegrarse cuando se sumergen en agua.

Tabla 3.13: Set Final de Recomendaciones de la Revisión de Documentación.

Tabla 3.13: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación, Materiales de Construcción.	
5.4 Materiales de Construcción	
S56	Es recomendable utilizar selladores de muros para reducir la penetración del agua y para tapar grietas.
S57	Se recomienda que el enmarcado de las puertas y ventanas deben sellarse con pvc.
S58	Las ventanas deben poseer un doble acristalamiento conforme a las normas pertinentes, que en principio puedan resistir adecuadamente las presiones generadas por las inundaciones.
6. Resiliencia	
S59	Promover el desarrollo sostenible y adecuado para la construcción de edificios, resistentes a la inundación y medidas flexibles en las áreas donde existe un riesgo residual de inundación.
S60	Se pueden utilizar medidas resilientes de impedimento de entrada del agua al edificio hasta una profundidad máxima de inundación de 60cm de agua sobre el suelo, esta medida tiene como objetivo recuperar el total del edificio.
S61	Cuando el nivel de agua exceda los 60cm la estrategia resilientes mas adecuada es que el agua de inundación penetre a la edificación para de esta manera poder compensar las fuerzas hidrostáticas a las que estará sometida y la estructura. Y garantizar que los elementos inundados dentro de la edificación podrán ser fácilmente reparados o reemplazados. (B14)
S62	Las medidas resilientes deben ser capaces que el producto se pueda minimizar visiblemente o que pueda encajar con el diseño global de la edificación y que el sitio sea lo mas agradable estéticamente para el usuario final.
S63	Utilización de ventanas y puertas resistentes a la inundación. Que han sido ensayadas a niveles de inundación de 60 y 90cm por encima del suelo. Estos elementos tienen una tasa de fuga máxima designada de un litro por hora.
S64	Las edificaciones deben construirse con, calefacción, ventilación, fontanería, aire acondicionado y equipo eléctrico y otras instalaciones de servicios diseñados para prevenir la entrada de agua o la acumulación dentro de los componentes.
S65	Instalar circuitos eléctricos independientes e interruptores automáticos por falla a tierra en áreas que inundarán. Las medidas de emergencia deberían ser adecuadas para que el servicio eléctrico se pueda apagar para evitar riesgos de electrocución.
S66	Una recomendación resiliente es la implementación de accesorios de sacrificio que puedan ser reemplazados después de una inundación. Pero siempre sopesando los costos de estas unidades accesorios y la frecuencia de la ocurrencia de inundaciones.

Tabla 3.13: Set Final de Recomendaciones de la Revisión de Documentación.

Tabla 3.13: Edificación en una Zona Inundable (continuación)	
Soluciones para Edificaciones en una Zona Inundable	
6. Resiliencia	
S67	Es recomendable colocar lo mas alto del piso posible electrodomésticos como hornos de gas, lavadoras, etc. para minimizar el riesgo de ser afectados por el agua de la inundación.
S68	Los materiales resilientes y resistentes a la inundación deben cumplir que el costo de reparación cosmética de estos sea menor que el costo de sustitución de los materiales y sistemas afectados.
S69	Utilización de sumidero en superficie: provisión de un sumidero y una bomba automática de pequeña capacidad en la planta baja se recomienda en los casos en que la probabilidad esperada de la inundación en un año es del 20% o una frecuencia de inundación de más de una vez cada cinco años. Este sistema ayudará al proceso de drenaje y acelerar el secado de la edificación.
S70	Se debe considerar elevar puertas y ventanas lo mas alto posible, pero respetando los requisitos de acceso al nivel.

Tabla 3.13: Set Final de Recomendaciones de la Revisión de Documentación.

3.3 Brain Stoming o Tormenta de Ideas.

La lluvias de ideas (Brainstorming), es una técnica de grupo para generar ideas originales en un ambiente relajado. Esta herramienta fue creada en el año 1941, por Alex Osborne, cuando su búsqueda de ideas creativas resulto en un proceso interactivo de grupo no estructurado que generaba más y mejores ideas que las que los individuos podían producir trabajando de forma independiente; dando oportunidad de sugerir sobre un determinado asunto y aprovechando la capacidad creativa de los participantes.

En definitiva un Brain Storming o Tormenta de Ideas es un proceso de grupo interactivo para el desarrollo común de un tema. La mayor ventaja de este método de identificación es la de “potenciar la creatividad a base de las ideas de los demás, buscar combinaciones y mejoras” (PRAM, 2004).

Esta actividad se realiza con un grupo multidisciplinar de expertos que no deben pertenecer al equipo de investigación, con el objetivo principal de generar nuevas ideas, para lograr una recolección de datos que permita identificar riesgos derivados de la inundación, identificar criterios de diseño (acciones e influencias) y determinar recomendaciones y/o soluciones para minimizar el riesgo de fallo de edificaciones en zonas inundables.

Para llevar a cabo esta actividad se ha realizado una serie de pasos que se muestran a continuación en los esquema que se presentan más abajo en las figura # y #.



Figura 3.6: Antes de realizar la actividad de la Tormenta de Ideas.

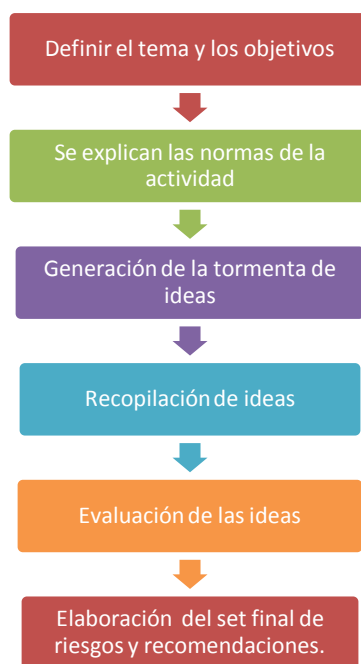


Figura 3.7: Durante la realización de la actividad de la Tormenta de Ideas.

a. Objetivo

El planteamiento a tratar en esta actividad es: El Estudio de la seguridad estructural para edificaciones en zonas con riesgo de inundación. Para ello se identificarán los criterios de diseño (acciones e influencias) y se determinarán recomendaciones o soluciones para minimizar el riesgo de fallo.

b. Informe de Antecedentes

Antes de realizar la actividad se llevó a cabo una revisión de documentación, para identificar los riesgos y recomendaciones existentes en la literatura. Y de esa manera poder estructurar un esquema claro que permita evaluar una edificación en una zona inundable.

Con la intención de asegurar de que todos los invitados tengan la misma percepción del tema se les envió información pertinente y una explicación del esquema de trabajo para la identificación de riesgos y recomendaciones de una edificación en una zona inundable.

c. Selección de Participantes

Se han invitado expertos de diferentes áreas profesionales relativas al tema de estudio. Para lograr de esta manera tener un enfoque global de riesgos y recomendaciones para edificaciones en zonas inundables, de acuerdo a las diferentes perspectivas aportados por el grupo multidisciplinar.

d. Planificación de la Actividad de la Tormenta de Ideas

Para el desarrollo de la actividad se ha elegido un día y una hora en que todos los invitados estén de acuerdo. Y se ha establecido como lugar de reunión el Salón de Profesores de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos de la UPM. Además se ha desarrollado un cronograma de la actividad. (Ver anexo 3)

e. Normas

Tanto en la invitación enviada a los participantes como durante la sesión de la tormenta de ideas, se ha querido establecer unas normas para el correcto desarrollo de la actividad. Estas normas son las siguientes:

- Toda idea es válida.
- No emitir juicios y/o comentarios negativos.
- Cuantas más ideas, mejor.

f. Generación de la Tormenta de Ideas

Durante la generación de la tormenta de ideas se establecieron los siguientes aspectos:

- Tipos de Riesgos

En la actividad de la Tormenta de Ideas los expertos definieron cuatro niveles de riesgo de cara a la inundación

1. Inundación sin daño.
2. Inundación con daño recuperable.
3. Inundación en donde se protegen a las personas y el patrimonio pero la edificación podría quedar inservible.
4. Inundación Catastrófica, en la cual se da por hecho que la construcción colapsará y puede haber pérdidas de vidas y de patrimonio.

-Definición de una Zona Inundable

Durante la sesión de la Tormenta de Ideas los expertos debatieron y acordaron cual sería la delimitación o definición de una zona inundable para que sirva como base de partida a la hora considerar si una edificación esta emplazada en una zona inundable o no. A continuación se muestra los criterios o factores que identifican que una edificación se encuentra en una zona inundable según los expertos citados:

- Zonas catalogadas como inundables, remitiéndose al Sistema Nacional de Cartografía Oficial de Zonas Inundables.
- Edificaciones que estén cercas de ríos o cuencas.
- Edificaciones que estén cerca de Presas o Diques que en un momento dado se pudieran desbordar.
- Edificaciones se podrían inundar por insuficiencia de la red de drenaje urbana o por el desborde de colectores.
- Inundación Local debido al Rain Fall.
- Edificaciones que se podrían inundar por la acción del mar en la costa al subir el nivel del mar o por tsunamis.
- Una edificación que este en un aluvial se considera que es inundable en el 95% de los casos.

g. Recopilación y Evaluación de Ideas

Se han recopilado y evaluado todas las ideas aportadas durante la actividad. Se ha intentado Eliminar las duplicaciones, problemas no importantes y aspectos no negociables. Y llegar a un consenso sobre los problemas que parecen redundantes o no importantes.

h. Set Final de Riesgos y Recomendaciones

A continuación, en las tablas 3.14 y 3.15 se presentan los riesgos y recomendaciones obtenidas luego de realizada la actividad de la Tormenta de ideas.

Tabla 3.14: Set de Riesgos aportados por la Actividad de la Tormenta de Ideas

1. Localización	
R1	Riesgo de que la posición del edificacio este en la misma dirección del flujo del agua de inundación, por tanto sea más vulnerable estructuralmente.
R2	Se presenta riesgo de inundación en zonas donde las condiciones de velocidad del agua sean importantes, más que por el nivel de agua que pueda alcanzar la inundación.
R3	Se presenta riesgo de inundación para edificaciones que se encuentren emplazadas en zonas donde los periodos de retorno sean superiores a 100 años.
R4	Se presenta riesgo de inundación para edificaciones que estén situadas muy cerca de los cauces del río.
R5	Riesgo de inundación en zonas donde la multiplicación del calado y la velocidad superen los 0.5.
2. Construcción y Urbanismo	
R6	Riesgo de que el agua pueda entrar a través de ventanas y puertas produciendo daños graves al inmueble.
R7	Riesgo de corrosión en los materiales de la construcción debido a un prolongado contacto con el agua.
R8	Riesgo de fallo estructural debido a que las edificaciones estén situadas en la misma dirección del flujo del agua de inundación, creando el edificio una especie de efecto presa o represa, pudiendo fallar la estructura debido a las presiones que ejerce el agua sobre la edificación.
R9	Se presenta un grave riesgo de inundación para edificaciones que estén situadas en pendientes muy pronunciadas y la velocidad del agua supere 1 m/s.
3. Consideraciones: Acciones e influencias	
3.1 Acciones	
R10	Riesgo de fallo estructural debido a la subpresión en el terreno por la acción del agua en este. Siendo capaz de levantar o descompensar los cimientos.
R11	Riesgo de fallo estructural debido al peso adicional del agua de inundación en el edificio.
R12	Riesgo de fallo estructural debido al peso de los depósitos que va a dejar el agua de inundación una vez haya evacuado. (Tierras, lodos, sedimentos, etc.)
R13	Riesgo de inestabilidad estructural debido a las sobrecargas en cubiertas por el peso de las personas que pueden acceder a este punto del edificio para salvaguardar sus vidas.
R14	Riesgo de fallo estructural debido al posible impacto de objetos que pueden ser arrastrados por la inundación. (ej. Coches, tronco de arboles, contenedores, etc)
R15	Riesgo de fallo estructural por la descompensación de presiones que se produce dentro y fuera de la edificación por la acción del agua de inundación.
3.2 Influencias	
R16	Riesgo de fallo estructural por la socavación que produce el agua en los cimientos.
R17	Riesgo de fallo estructural por la erosión del suelo alrededor del cimiento.
R18	Riesgo de inestabilidad estructural debido a que el edificio puede despegarse de sus cimientos y flotar.
R19	Riesgo de que se produzca un efecto dómino entre los edificios cercanos, debido a que un edificio flote y este a su vez choque o empuje otros edificios.
R20	Riesgo de deslizamientos por cambios hidrogeológicos en el terreno.

Tabla 3.15: Set de Soluciones aportadas por la Actividad de la Tormenta de Ideas

4. Efectos de Minoración	
S1	Compensación de empujes en sótanos, mediante el llenado de agua de estos.
S2	Obligación de construir en algunos de edificio de uso público masivo u hospitales una especie de bunker bajo tierra donde se pueda refugiar la gente y salvar sus vidas.
S3	Que exista un refugio en la propia edificación que permita a la gente salvaguardar sus vidas.
S4	En edificios o casas que exista un garaje con un sistema hermético que no permita la entrada de agua pero con una cámara de aire que te permita respirar a la hora de una inundación extrema.
S5	Todas las cubiertas de edificios en zonas inundables deben estar diseñadas para soportar el peso de todas las personas que pueden acudir ahí para salvaguardar sus vidas. Dichas cubiertas deben ser de fácil acceso desde el interior del edificio, deben estar señalizadas y poseer elementos de protección para garantizar la seguridad de las personas.
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación y Materiales de Construcción.	
5.1 Entorno	
S6	Delimitar o establecer zonas y subzonas inundables en función de distintos periodos de retorno. Obligando a diseñar las edificaciones de acuerdo a la avenida de 25, 50, 100 y 500 años dependiendo de la zona en la que se encuentre emplazada la edificación.
S7	Se podría diseñar igualmente para un periodo de retorno de 100 años unificado para edificios que estén emplazados en una zona inundable.
S8	Realizar un estudio hidrológico que proporcione unos parámetros específicos para el diseño de una edificación: cota o nivel de agua esperado, la velocidad del agua y la orientación del flujo.
S9	En las zonas inundables es obligatorio realizar modelos hidrológicos.
S10	Conocer la posición de la edificación con respecto a la dirección del flujo.
S11	Prohibido edificar en zonas donde el calado sea más de un metro y la velocidad supere 1m/s, ya que se considera peligroso.
S12	Prohibido edificar en zonas donde las pendiente sea muy pronunciada y la velocidad del agua supere 1 m/s.
S13	Limitación del uso de las zonas inundables. No se debe permitir construir casas o edificios que se puedan realizar en otro sitio. Solo se deben construir edificios que sus usos sean muy necesarios y que además puedan soportar los costes que implica edificar en una zona inundable.
S14	Se debe planificar que los caudales que quedan entre edificios faciliten la velocidad del agua para obtener más capacidad de desagüe.
S15	Evitar o eliminar el efecto presa de un edificio. Los edificios no deben bloquear el cauce natural del agua.
S16	No se deben de aparcar coches en las líneas de corriente de desagüe entre edificios.
S17	Se debe diseñar para permitir el flujo del agua sin que se altere la dinámica del mapa cartográfico de inundación. Es decir favoreciendo el movimiento natural del cauce y construyendo para no alterar las condiciones previas establecidas, ni los mapas oficiales de inundación.
S18	Se debe construir en zonas donde el fenómeno de inundabilidad sea soportable para la gente, es decir que te permita convivir con la inundación.
S19	La planificación debe prohibir construir edificaciones al lado de un cauce.
5.2 Estados Limites	
S20	Tomar en consideración el posible Efecto Dominó, debido a que el edificio pueda desprenderse y afectar a un edificio vecino.
S21	Establecer factores de seguridad íntegros frente a la posible flotabilidad del edificio.
S22	Establecer factores de seguridad a todo lo que disminuya la presión efectiva del suelo.

Tabla 3.15 Set de Soluciones aportadas por la Actividad de la Tormenta de Ideas (Continuación)	
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación y Materiales de Construcción.	
5.2 Estados Limites	
S23	Establecer factores de seguridad que aseguren la resistencia del suelo y la integridad de la cimentación.
S24	Considerar el posible efecto asimétrico de cargas sobre el edificio aguas arriba y aguas abajo.
S25	Se debe considerar la situación en la que la losa se puede levantar por la acción del gradiente hidráulico del agua en el terreno. Ya que la subpresión de agua que actúa como una fuerza al revés de cómo esta armada la losa.
S26	Se debe calcular para estados límites en el que el edificio está sometido a empujes negativos o empujes invertidos derivados de la inundación interior al desaparecer la inundación exterior.
5.3 Estructura	
S27	Utilización de Duques de Alba en columnas que se pueden ver afectadas por la inundación.
S28	Conveniencia de realizar una construcción a dos cáscaras la cual se componga de una pared exterior que puede ser un muro pantalla y una construcción interior que sería una especie de núcleo más resistente en donde al agua se le haría más difícil alcanzar y/o destruir. (Este tipo de construcciones es utilizado para edificios que podrían ser atacados por terroristas).
S29	Se debe ir a soluciones de edificios con secciones circulares para intentar que las líneas de corriente no pasen a un régimen turbulento y que a su vez se facilite la circulación natural del agua.
S30	Se debe de intentar diseñar el edificio con una forma hidrodinámica lo más adecuada posible en la dirección de la corriente, para no generar un efecto de parada del agua.
S31	Se debe lograr que los ejes de gravedad del edificio estén alineados de forma tal que se puedan equilibrar o compensar el peso propio del edificio, el peso del agua y los empujes. Para obtener una estabilidad estricta del edificio.
S32	Se debe calcular los muros siempre considerando el empuje del agua.
S33	Se debe evaluar y calcular todos los posibles elementos estructurales de una edificación que puedan estar sometidos a empuje hidrostático por la acción de la inundación.
S34	Se debe considerar en el cálculo de la edificación el peso del agua de inundación dentro del edificio.
S35	Se debe considerar en el cálculo el peso de los depósitos que va a dejar el agua de inundación una vez esta se haya evacuado. (Tierras, lodos, sedimentos, etc.)
S36	Se debe considerar en el cálculo las sobrecargas en cubiertas por el peso de las personas que pueden acceder a este punto del edificio para salvaguardar sus vidas.
S37	Se debe considerar en el cálculo de la edificación el posible impacto de objetos que pueden ser arrastrados por la inundación. (Carros, tronco de árboles, contenedores, ect.)
5.4 Cimentación	
S38	Es necesario realizar un estudio geológico que proporcione la naturaleza del terreno, la resistencia y la tensión efectiva del mismo. Además de grados de permeabilidad e infiltración.
S39	En las consideraciones estructurales de la cimentación el tipo de terreno influye en función de si es menos sensible o mas sensible a los efectos de la inundación
S40	Es recomendable intentar cimentar en suelo no erosionable y fundamentalmente sólido.
S41	Se recomienda que la cimentación en caso de estar apoyada en roca debe tener un empotramiento mínimo.
S42	Las cimentaciones profundas deben de tener una zona de pasivo salvaguardada que servirá para resistir un futuro empuje de aguas al originarse la inundación.

Tabla 3.15 Set de Soluciones aportadas por la Actividad de la Tormenta de Ideas (Continuación)	
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación y Materiales de Construcción.	
5.4 Cimentación	
S46	En suelos blandos o especialmente problemáticos la solución más factible sería pilotes o micropilotes.
S47	Se recomienda en suelos blandos cocido del terreno.
S48	Exigirle una sujeción o anclaje mecánico al terreno que no permita el giro y el desplazamiento del edificio.
S49	Se recomienda que en muros siempre exista un elemento mecánico que garantice que el edificio no deslice. Ej.: utilizar tacones en muro.
5.5 Materiales de Construcción	
S50	Elementos prefabricados contruidos para que el agua no llegue. Ej.: Barreras perimetrales.
S51	Innovación de materiales de construcción como la tecnología de resina, que es un material waterproof. Y water-resistant que pueden soportar inundaciones de hasta 20 metros de altura.
S52	Prohibidos materiales eléctricos bajo la cota de inundación.
S53	Cubrir los enchufes mediante un sistema impermeable que no permita que durante la inundación estos se mojen.
6. Resiliencia	
S54	Se podría diseñar el sótano que a través de un sifón que permita que el agua que vaya evolucionando con la misma cota que el agua de fuera, de manera que el sótano actúe como estabilizador de empujes. Se debe tratar de no tener objetos caros o patrimoniales en esta área.
S55	Para la compensación de empujes en sótanos o garajes es tener ventanas o válvulas que se puedan abrir para que el agua entre.
S56	Solución de inundación de garaje solo si se sobrepasa un umbral catastrófico. Este diseño consiste en que en la entrada de todos los garajes se genere un reborde (un resalto) de unos 30cm, que hace la función de una presa en el garaje para que no entre el agua más que cuando la ciudad por encima del subsuelo tiene una cierta cota. Esto se utiliza en garajes que sus puertas o accesos son rampas por las que se desciende a un garaje soterrado.
S57	Se deben implementa puertas y accesos herméticas por debajo de la cota de inundación.
S58	Es recomendable utilizar doble ventana por debajo de la cota de inundación.
S59	Es recomendable en edificios públicos las ventanas se coloquen inalcanzables a la inundación.
S60	Se recomienda la implementación en edificios de barreras circulares, sellados de ventanas y barreras perimetrales.

3.4 Encuesta por el Método Delphi.

El método Delphi, cuyo nombre se inspira en el antiguo oráculo de Delphos, parece que fue ideado originalmente a comienzos de los años 50 en el seno del Centro de Investigación estadounidense RAND Corporation por Olaf Helmer y Theodore J. Gordon, como un instrumento para realizar predicciones sobre un caso de catástrofe nuclear. Desde entonces, ha sido utilizado frecuentemente como sistema para obtener información sobre el futuro. (Landeta, Jon. 1999)

Una Delphi consiste en la selección de un grupo de expertos a los que se les pregunta su opinión sobre cuestiones referidas a acontecimientos del futuro. Las estimaciones de los expertos se realizan en sucesivas rondas, anónimas, al objeto de tratar de conseguir consenso, pero con la máxima autonomía por parte de los participantes.

Por lo tanto, la capacidad de predicción de la Delphi se basa en la utilización sistemática de un juicio intuitivo emitido por un grupo de expertos.

Para llevar a cabo una buena realización del método se han seguido los siguientes pasos que se muestran en el esquema de la figura 3.7.

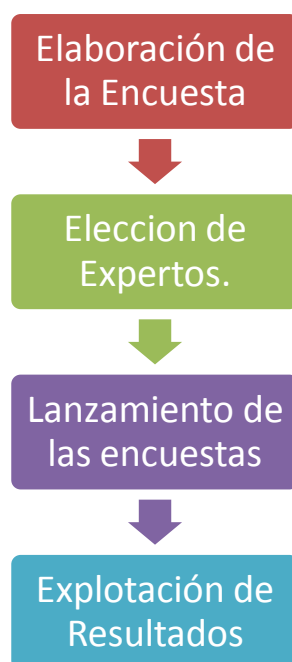


Figura 3.8: Pasos para la implementación del método Delphi.

a. Elaboración de la Encuesta.

La realización de la encuesta tiene por objetivo principal identificar una lista de riesgos y recomendaciones para una edificación en una zona inundable.

Es en este marco del desarrollo de esta encuesta se desea completar el esquema de del Catalogo de Riesgos y Recomendaciones para una edificación en una zona inundable. Donde se quiere lograr propuestas por parte de los encuestados de nuevas e importantes consideraciones para medir, evaluar y diseñar proyectos en este ámbito.

Para cada una de las propuestas se indicó el grado de importancia que le conceden los encuestados en una escala de 0 a 6.

Siendo el 0 equivalente a que el riesgo y/o la recomendación no se debe tener en cuenta en la evaluación y el diseño de una edificación en una zona inundable. Y el 6 equivale a la importancia más alta en la evaluación y el diseño de una edificación en una zona inundable.

b. Elección de Expertos.

En esta etapa se escogieron expertos con independencia de sus títulos, su función o su nivel jerárquico, ya que estos fueron seleccionados únicamente por sus conocimientos y su gran experiencia sobre el tema consultado en cuestión.

Para esta encuesta se eligió un grupo multidisciplinar 5 expertos ligados al tema de estudio.

c. Lanzamiento de las encuestas.

Las encuestas fueron realizadas vía correo electrónico y de forma anónima para que de esta forma obtener la opinión personal de cada experto de acuerdo a su experiencia en el tema.

En el anexo 4 se muestra el modelo de la encuesta realizada.

d. Explotación de Resultados

El desarrollo de esta encuesta se realizó en tres partes: Una primera parte en donde se les envió a los participantes la encuesta para que sea rellanada y valorada; una segunda parte en la que se elaboró otra encuesta en donde se refundió todas los riesgos y recomendaciones aportados por los encuestados; y una tercera parte en la cual se volvió a enviar la encuesta con todas los riesgos y recomendaciones de los expertos consultados para que nuevamente se valoren en la escala del 1 al 6 todas las propuestas finales.

Para la obtención final del set final de riesgos y recomendaciones, se ha realizado la media de cada riesgo y recomendación de acuerdo a la valoración de cada encuestado. Dicha media ha servido para volver enviar la encuesta con la valoración de todos los riesgos y recomendaciones aportados por los expertos. Luego se les ha pedido que indiquen si están de acuerdo o en desacuerdo y si pueden hacer alguna observación entorno a su respuesta. De esta manera se han descartado los riesgos y recomendaciones que se consideran que no se deben tener en cuenta al momento de evaluar y/o diseñar una edificación en una zona inundable.

A continuación en las tablas 3.16 y 3.17 se muestran los set de riesgos y recomendaciones finales aportadas por este método.

Tabla 3.16: Set de Riesgos aportados por el Método Delphi

1. Localización	
R1	Existe riesgo de inundación para edificaciones que se encuentren en zonas donde los periodos de retorno de las avenidas sean importantes, y representen un peligro para las personas y los bienes.
R2	Existe riesgo de inundación para edificaciones emplazadas en zonas donde la velocidad del flujo sea superior a 1 m/s.
R3	Existe riesgo de inundación para edificaciones que se encuentren emplazadas en zonas donde la profundidad del agua de inundación supere los 60cm.
R4	Riesgo de inundación para edificaciones que se encuentren en la dirección del flujo de inundación.
2. Construcción y Urbanismo	
R5	Riesgo de inundación en edificaciones debido a problemas de drenaje, ya que los colectores no son capaces de evacuar toda el agua de inundación.
R6	Riesgo que el edificio este emplazado en pendientes pronunciadas, ya que durante la inundación en dichos edificios se produciría un aumento de la velocidad de inundación pudiendo provocar graves daños a la estructura.
R7	Riesgo de que los acabados interiores se estropeen por la entrada del agua al edificio.
R8	Riesgo de corrosión en los materiales debido a la presencia de agua y de sales ya que son un gran agente corrosivo para cualquier metal.
3. Consideraciones: Acciones e influencias	
3.1 Acciones	
R9	Riesgo de inestabilidad estructural por la presión del agua de inundación en elementos estructurales.
R10	Riesgo de fallo estructural por pesos adicionales en la edificación de sedimentos, lodos, escombros, etc.
R11	Riesgo de Fallo estructural debido al impacto de algún objeto arrastrado por el agua de inundación. (Coches, escombros, tronco de arboles, elementos cortantes, etc)
3.2 Influencias	
R12	Riesgo de socavación en el suelo alrededor del cimiento.
R13	Riesgo de cavitaciones en la estructura.
R14	Riesgo de erosión del terreno pudiendo causar deslizamientos y/o descompensación en los cimientos.
R15	Riesgo de pérdida de la capacidad portante del terreno por la acción erosiva del agua de inundación.

Tabla 3.17: Set de Soluciones aportadas por el Método Delphi

4. Efectos de Minoración	
S1	Elaboraciones de planes de gestión de riesgos inundación que una a los afectados, instituciones y el gobierno con el fin de minimizar los daños.
S2	Establecer medidas que mejoren el sistema de drenaje de urbanizaciones y carreteras. Para de esta manera poder lograr evacuar más efectivamente las aguas de inundación, y evitar el posible colapso de tuberías que podrían aumentar los daños de la inundación.
S3	Para estructuras que ya existen se debe verificar si el edificio no presenta lesiones como fisuras, grietas, roturas, deformaciones, humedades, material degradado....ni anomalía alguna, que puedan introducir incertidumbres en sus condiciones de seguridad, aptitud al servicio o merma en la durabilidad.
S4	Establecer planes de ordenamiento del territorio con el fin de regular las zonas que sean inundables.
5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación y Materiales de Construcción.	
5.1 Entorno	
S5	Se debe disponer que el encuentro del edificio con el terreno sea de manera tal que se desvíe el agua y la presión hidrostática sea la menor posible.
S6	Si existen fuertes pendientes verificar si la edificación está ubicada en una cota más baja que la del pavimento de la calle, o si está en la parte baja de una quebrada u otra conformación topográfica de posibles riesgos.
S7	Es necesario conocer la ubicación y la orientación de la edificación a cualquier flujo.
S8	Debe realizarse una consideración adecuada de las propiedades mecánicas para cada tipo de suelo que se encuentre bajo una circunstancia de inundación. Conocer como drenaría el suelo y que impacto tendría en este las velocidades del flujo.
S9	Conocer el espaciado entre edificios ya que influye en la velocidad del flujo entre los edificios.
S10	No se debe construir en zonas con riesgo de deslizamiento de estratos de terrenos que puedan caer sobre la edificación.
5.2 Estados Limites	
S11	Se debe considerar el Efecto Dómino, en que el edificio pueda desprenderse y afectar a un edificio vecino.
S12	Deslizamientos por posibles cambios hidrogeológicos en el terreno por la acción de la inundación.
S13	Altura máxima alcanzada por el agua que puede originar esfuerzos horizontales en cimentación
5.3 Estructura	
S14	Elevar las edificaciones mediante fundaciones abiertas que consisten en elementos de soporte de carga vertical (columnas, pilares y muros de corte) sin muros sólidos que conecten los elementos verticales. Este diseño siempre teniendo en cuenta las cargas hidrodinámicas, los residuos y los impactos.
S15	Se debe proveer de bastante ventilación a través del enladrillado para intentar equilibrar las fuerzas hidrostáticas y maximizar el secado de las cavidades.
S16	Considerar en el edificio las cargas verticales hacia abajo que actúan en superficies horizontales o inclinadas, tales como techos y pisos. Una carga vertical sería el peso del agua de inundación por encima de un elemento estructural.
S17	Utilización de Duques de Alba en columnas que se puedan ver afectadas por la inundación. De esta manera proporcionar a las columnas un apoyo lateral y un amarre a la cimentación.
S18	Se recomienda evitar la acumulación de carga de agua. Calcular la estructura con este peso eleva mucho el coste.

**Tabla 3.17: Set de Soluciones aportadas por el Método Delphi
(Continuación)**

5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación y Materiales de Construcción.	
5.3 Estructura	
S19	Se debe considerar en el edificio las cargas de escombros y sedimentos que se quedan en la construcción una vez pasada la inundación. Esto puede ser difícil de estimar. Elevaría mucho los costes. Se puede considerar algún coeficiente de mayoración.
S20	Se debe tener en consideración en el cálculo de las edificaciones la profundidad y la velocidad que puede llegar a tener el agua durante el fenómeno de la inundación. Y también la altura que puede alcanzar.
S22	Se debe considerar en el cálculo de la edificación el periodo o el tiempo de inundación al que estará sometida la construcción.
S24	Se debe considerar en el cálculo del edificio el empuje hidrostático asociado con presiones de agua causadas por la inundación.
S25	Se pueden utilizar muros orientados con el lado más largo paralelo al sentido general del flujo de inundación.
S26	El diseño de las partes bajas debería contemplar la reducción de los elementos que retengan el agua y actúen como contención transmitiendo mayores cargas a los elementos estructurales.
5.4 Cimentación	
S27	Elementos estructurales que ofrezcan la menor resistencia al agua (pilotes) pero bien empotrados en estratos de terreno firme, que no sea afectado por el agua que discurre por el terreno.
S28	Usar juntas de dilatación para limitar grietas en los cimientos por movimientos diferenciales, para grandes que sean muy grandes en planta.
S29	Fundar la cimentación en el mismo estrato de suelo o roca. Siempre que este estrato sea suficientemente firme.
S30	Cuando la edificación está apoyada en un terraplén, se debe proteger las áreas expuestas de este.
S31	Las edificaciones se podrían apoyar en un estrato profundo que tenga forma de terraplén, pero no en un terraplén superficial que pudiese deslizarse o moverse.
S32	Si el edificio asienta sobre terrenos de distinta tipología habría que estudiar cada zona de la cimentación de forma independiente en función de la erosionabilidad de cada terreno.
S33	Profundizar la cimentación hasta terrenos competentes en los que el agua no afecte a su cohesión o llevar a cabo mejoras del terreno
5.5 Materiales de Construcción	
S34	Materiales inaceptables: materiales que absorban o retengan excesivamente el agua cuando estén sumergidos.
S35	No se pueden utilizar materiales adhesivos que sean solubles en el agua o que no puedan resistir la acción alcalina o ácida del agua.
S36	Materiales inaceptables: Revestimiento de piso (linóleo, baldosas de goma) o revestimientos en paredes (papel pintado) restringen el secado de los materiales que cubren.

**Tabla 3.17: Set de Soluciones aportadas por el Método Delphi
(Continuación)**

5. Recomendaciones: Entorno, Estados Limites, Estructura, Cimentación y Materiales de Construcción.	
5.5 Materiales de Construcción	
S37	Se recomienda el acero inoxidable o por inmersión en caliente en sujetadores y conectores, galvanizados utilizarse por debajo de la BFE (Base <i>Flood</i> Elevation) en tanto en el interior (no corrosivo) y las zonas costeras (corrosivos). En ambientes costeros donde las sales transportadas por el aire contribuyen a la corrosión, se recomienda que los elementos de fijación y conectores sean resistentes a la corrosión y se utilicen en todo el edificio en donde puedan estar expuestos.
S38	Deberían utilizarse hormigones con resistencias especiales a las posibles sustancias que el agua lleve disueltas si el tiempo de inundación va a ser largo así como recubrimientos mayores.
S39	Las edificaciones no deben confiar su solidez a sistemas adhesivos
6. Resiliencia	
S40	Las puertas deben ser montadas de manera que se puedan abrir a ambos lados para facilitar el movimiento efectivo del agua, tanto dentro como fuera de la casa.
S41	Deben identificarse los distintos usos a los que está destinado el edificio: vivienda, local, garaje o trastero. Toda esta información ha de quedar reflejada en croquis de la sección de la planta, que incluya las respectivas superficies, así como su localización por niveles. La superficie en “m2” de cada uso, es la incluida dentro de la línea exterior de los muros perimetrales de cada uno de los locales que constituyen el inmueble y, en su caso, de los ejes de las medianerías, deducida la superficie de los patios de luces.
S42	Los circuitos eléctricos deberían no mojarse y en caso de preverlo ser estancos al agua. Siempre sectorizando por zonas.
S43	Instalar circuitos eléctricos independientes, para que en el área de que pueda estar inundada se pueda cerrar el servicio eléctrico para evitar la electrocución.
S44	Permitir la entrada y salida de agua a través de respiraderos en la casa, para lograr estabilizar las presiones internas y externas.
S45	Asegurarse de tener una buena ventilación de áreas cerradas para reducir el riesgo de pudrición de la madera.

3.5 Catálogo de Riesgos y Soluciones

A continuación en las tablas 3.18 y 3.19 se registran los riesgos y soluciones finales encontradas mediante la aplicación de las tres técnicas llevadas a cabo anteriormente.

Para elaboración final de este catalogo de riesgos y recomendaciones, se ha tomado en consideración el primer filtro realizado en la revisión de documentación mediante la técnica de Pareto de la regla 80-20 en la cual sean descartado riesgos y recomendaciones en función de su ocurrencia, utilidad y aplicabilidad.

Sobre los métodos Tormenta de Ideas y Encuesta durante los procesos de evaluación y explotación de resultados para cada método se ha hecho la selección de riesgos y soluciones de acuerdo a un método de priorización particular para cada técnica en función de las respuestas y el consenso de los participantes en dichas actividades.

Por tanto todos los riesgos y recomendaciones registrados en esta tablas finales han sido evaluados y ordenados de acuerdo a un criterio de priorización y relevancia, además de tratando de evitar las repeticiones de riesgos y recomendaciones que se puedan presentar entre las tres técnicas utilizadas.

En las tablas se ha ubicado una columna con una codificación de acuerdo al tipo de riesgo identificado. Por ejemplo en el caso de RL1 se refiere a los Riesgos (R) por Localización (L), y el orden del riesgo, en este caso 1.

Para las soluciones se ha establecido una codificación igualmente de acuerdo al tipo de solución identificada. Por ejemplo (SEM1) se refiere a la Solución (S) para los Efectos de Minoración (EM), y el orden del riesgo, en este caso 1. Y así sucesivamente hasta llegar a las soluciones para la Resiliencia (SR1).

Catálogo de Riesgos para una edificación en una zona inundable		
Nro.	Codigo	Descripción del Riesgo
Riesgo debido a la Localización (RL)		
1	RL1	Se presenta Riesgo de inundación para edificaciones que se encuentren cerca de cuencas, subcuencas o en zonas costeras.
2	RL2	Se presenta riesgo de inundación en edificaciones que se encuentren localizadas en zonas inundables donde los niveles teóricos que alcanzarían las aguas en las avenidas responden a períodos estadísticos de retorno de 100 o 500 años.
3	RL3	Existe riesgo de inundación para una edificación si se encuentra emplazada en llanuras aluviales como zonas de retención naturales.
4	RL4	Se considerará que pueden producirse graves daños sobre las personas y los bienes cuando las condiciones hidráulicas durante la avenida satisfagan uno o más de los siguientes criterios: a) Que el calado sea superior a 1 m.; b) Que la velocidad sea superior a 1 m/s ; c) Que el producto de ambas variables sea superior a 0,5 m ² /s.
5	RL5	Existe un riesgo de inundación para edificaciones localizadas en la vía de intenso desagüe por la que pasaría la avenida de 100 años de periodo de retorno.
6	RL6	Existe riesgo de inundación para una edificación se encuentra localizada en la delimitación de la zona de flujo preferente.
7	RL7	Existe un riesgo para las personas y los bienes si la edificación se encuentra emplazada bajo la cota de inundación de acuerdo a los mapas de inundación proporcionados por la autoridad competente.
8	RL8	Existe riesgo en zonas donde se incluyen áreas de inundación superficial y se muestran por lo general promedios de profundidad de inundación de 1 a 3 pies, donde no existe un canal bien definido, donde el camino de las inundaciones es impredecible, y donde el flujo de velocidad puede ser evidente.
9	RL9	Puede haber un riesgo de inundación en lugares donde la lluvia puede ser tan intensa que la tierra no es capaz de absorber el agua produciéndose grandes encharcamientos.
10	RL10	Puede haber un riesgo de inundación en lugares donde la lluvia puede ser tan intensa que el agua fluye rápidamente por las colinas o laderas hacia las zonas bajas donde existen zonas urbanas, aumentando la vulnerabilidad de las personas y los bienes.
11	RL11	Riesgo de inundación debido a fuertes lluvias que penetran en la tierra y pueden saturar el suelo. Traduciéndose en un aumento del nivel de agua subterránea que conduce a la inundación por encima del suelo. Estas inundaciones subterráneas pueden llevar semanas o meses para disiparse.
12	RL12	Riesgo de zanjas de drenaje bloqueadas, desagües sobrecargados, desbordamiento de alcantarillas, sistemas de evacuación de aguas pluviales o cunetas a través de caminos, jardines o en la parcela de la propia construcción, todo esto puede ocurrir debido a fuertes precipitaciones. Este tipo de inundaciones es impredecible y a menudo se produce en lugares inesperados dependiendo la ubicación y la intensidad de las precipitaciones.

Tabla 3.18: Catálogo de Riesgos para una Edificación en una Zona Inundable.

Catálogo de Riesgos para una edificación en una zona inundable (Continuación)		
Nro.	Codigo	Descripción del Riesgo
Riesgo debido a la Localización (RL)		
13	RL13	Riesgo de inundaciones provocadas por el flujo superficial causado por las fuertes lluvias que caen sobre áreas pavimentadas de asfalto o de hormigón con drenaje inadecuado. Áreas pavimentadas, tales como carreteras, pueden actuar como canales para el flujo superficial del agua de inundación, provocando la acumulación de agua en las zonas más bajas en dirección al flujo. Afectando de esta manera a las propiedades que pueden ser inundadas por el agua que se acumula rápidamente en estas zonas.
14	RL14	Riesgo de inundación en zonas donde la multiplicación del calado y la velocidad superen los 0.5.
15	RL15	Riesgo que la posición del edificio este en la misma dirección del flujo del agua de inundación, por tanto sea más vulnerable estructuralmente.
Riesgo debido a la Construcción y Urbanismo (RCU)		
16	RCU1	Riesgo de inundación en áreas urbanas debido a problemas de drenaje locales que crean charcos e inundaciones locales que a menudo no está directamente asociado a un cuerpo de agua, como un arroyo o río. Aunque dicha inundación es relativamente poco profunda y no se caracteriza por los altos flujos de velocidad, puede dar lugar a un daño considerable. Las áreas con mal drenaje con frecuencia experimentan daño repetitivo. Algunos problemas de drenaje locales se ven agravados por la infraestructura del sistema de drenaje de edad o de poco tamaño. Este tipo de inundaciones a menudo no está asignada o regulada.
17	RCU2	Riesgo debido a una alteración de las características de la inundación, a veces por el desarrollo de tierras altas que se ha incrementado la escorrentía, y otras veces por las modificaciones locales que han alterado la forma de la superficie de tierra de la llanura de inundación (como rellenos o diques).
18	RCU3	Riesgo de grietas importantes en la planta baja debido al levantamiento de presiones generadas por el agua de inundación.
19	RCU4	Riesgo de acumulación de sedimento del agua de inundación en las cavidades de las paredes, generando una reducción potencial en las propiedades aislantes del elemento y en la composición.
20	RCU5	Riesgo de que por las condiciones del terreno de la propiedad sea más probable que el agua de inundación se filtre a través de los pisos, debilitando de esta forma la estructura.
21	RCU6	Riesgo de cambio de composición y forma de los componentes del edificio debido a largos periodos saturación, un ejemplo de esto es la madera que si se humedece se hincha demasiado rápido, y si seca se agrieta, fractura o se deforma.
22	RCU7	Si las áreas por debajo de la estructuras son básicamente impermeables, flotabilidad o levantamiento fuerzas del agua que se acumula por debajo y alrededor pueden hacer flotar un edificio fuera del suelo o romper los pisos de concreto. Los edificios que no son están anclados adecuadamente pueden flotar o ser empujados fuera de sus bases. Y estos edificios a su vez impactar con otros edificios en las cercanías.

Tabla 3.18: Catálogo de Riesgos para una Edificación en una Zona Inundable.

Catálogo de Riesgos para una edificación en una zona inundable (Continuación)		
Nro.	Código	Descripción del Riesgo
Riesgo debido a la Construcción y Urbanismo (RCU)		
23	RCU8	Riesgo de corrosión en los materiales debido a un prolongado contacto con el agua.
24	RCU9	Riesgo de fallo estructural debido a que las edificaciones estén situadas en la misma dirección del flujo preferente del agua de inundación, creando el edificio una especie de efecto presa o represa, pudiendo fallar la estructura debido a las presiones que ejerce el agua sobre la edificación.
25	RCU10	Riesgo de que el agua pueda entrar a través de puertas y ventanas produciendo graves daños dentro del inmueble.
26	RCU11	Riesgo de que el edificio esté emplazado en una pendiente muy pronunciada, pudiéndose producir durante la inundación un aumento de la velocidad del flujo de agua debido a la inclinación pronunciada del terreno y de esta manera generar graves daños a la estructura.
Riesgo debido a las Acciones (RCA)		
27	RCA1	Riesgo de fallo estructural debido a empujes hidrostáticos laterales o verticales producidos por el agua de inundación, causando un desequilibrio de presiones debido a una profundidad de agua diferencial en los lados opuestos de una estructura o elemento estructural.
28	RCA2	Riesgo de fatiga estructural por el empuje dinámico del agua en movimiento a los que se pueden ver afectados los elementos estructurales de la edificación.
29	RCA3	Riesgo de inestabilidad estructural debido a la fuerza boyante del agua que genera un empuje sobre una estructura o elemento estructural sujeto a una inmersión parcial o total; actuando verticalmente en el centro de gravedad del volumen desplazado.
30	RCA4	Riesgo de fallo o debilitamiento de la estructura debido al impacto de algún objeto como tronco de árboles, partes de otros edificios, escombros, tanques de basura, objetos cortantes, coches, etc. que pueden ser arrastrados por el agua de inundación.
31	RCA5	Riesgo de inestabilidad de la estructura en zonas costeras debido a la fuerza del frente de ola causada por un frente de agua que choca contra una estructura.
32	RCA6	Riesgo de fallo estructural debido a la fuerza de arrastre causada por la velocidad del flujo alrededor de un elemento estructural.
33	RCA7	Riesgo de que las cargas hidrostáticas puedan causar una grave deflexión o desplazamiento de edificios o componentes de construcción si hay una diferencia sustancial en los niveles de agua en lados opuestos de la componente (o en el interior y exterior del edificio).
34	RCA8	Riesgo de fallo estructural debido al peso adicional del agua de inundación en el edificio.
35	RCA9	Riesgo de fallo estructural debido a las sobrecargas en cubiertas por el peso de las personas que pueden acceder a este punto para salvaguardar sus vidas.
36	RCA10	Riesgo de fallo estructural por el peso de los depósitos que va a dejar el agua de inundación una vez se haya evacuado. (Ej. Tierras, lodos, sedimentos, etc.)

Tabla 3.18: Catálogo de Riesgos para una Edificación en una Zona Inundable.

Catálogo de Riesgos para una edificación en una zona inundable (Continuación)		
Nro.	Codigo	Descripción del Riesgo
Riesgo debido a las Influencias (RCI)		
37	RCI1	Riesgo de deterioro estructural en función del tiempo al que esta expuesta la estructura al agua de inundación.
38	RCI2	Riesgo de inestabilidad de terraplenes o laderas debido a una disminución del suelo como resultado de un evento de inundación.
39	RCI3	Riesgo del aumento de los efectos y las magnitudes de otras cargas de inundación, debido a la erosión a largo plazo y la socavación localizada.
40	RCI4	Riesgo de Flotabilidad del edificio debido a las fuerzas boyantes resultantes del desplazamiento de agua.
41	RCI5	Riesgo de flotabilidad cuando la carga muerta del edificio o del depósito no son capaces de resistir la fuerza boyante del agua.
42	RCI6	Riesgo de fallo estructural por socavación localizada debido al nivel de turbulencia del agua en el suelo alrededor de la cimentación.
43	RCI7	Riesgo de fallo estructural debido a asentamientos diferenciales por pérdida de la capacidad portante del suelo motivo del agua de inundación.
44	RCI8	Riesgo de fallo estructural debido a que el edificio no este bien anclado al suelo, y no pueda resistir las fuerzas de levantamiento del agua, y por consiguiente se rompan los pisos de concreto o flote el edificio.
45	RCI9	Los tanques de almacenamiento subterráneos están sometidos a fuerzas de flotación significativas y pueden ser desplazados, especialmente cuando experimentan inundaciones de larga duración.
46	RCI10	Conectores y elementos de fijación son parte integral de la estabilidad estructural de los edificios, por lo tanto, riesgo de fallo causado por la corrosión acelerada pondría ser un peligro para el edificio.
47	RCI11	Riesgo de que la erosión de las laderas, especialmente taludes sin protección, puedan conducir a fallas en las pendientes y la pérdida parcial o total del soporte de la fundación en el suelo.
48	RCI12	Riesgo de que se produzca un efecto dominó entre los edificios cercanos, debido a que un edificio flote y este a su vez choque o empuje otros edificios.
49	RCI13	Riesgo de cavitaciones en la estructura.
50	RCI14	Riesgo de deslizamientos por cambios hidrogeológicos en el terreno.

Tabla 3.18: Catálogo de Riesgos para una Edificación en una Zona Inundable.

Catálogo de Soluciones para una edificación en una zona inundable		
Nro.	Código	Descripción de la Solución
Soluciones en función a los Efectos de Minoración (SEM)		
1	SEM1	Preparación de mapas de peligrosidad por inundaciones y mapas de riesgo de inundación.
2	SEM2	Clasificación de las zonas de riesgo de inundación en función de periodos de retorno que indiquen un nivel bajo, medio y alto de peligrosidad.
3	SEM3	Mapas de la demarcación hidrográfica donde se representen los límites de las cuencas o subcuencas hidrográficas y, cuando existan, las zonas costeras, mostrando la topografía y los usos del suelo.
4	SEM4	Elaboraciones de planes de gestión de riesgos de cara la inundación que consideraren como mínimo, además de la población potencialmente afectada, todos aquellos elementos (edificios, instalaciones, infraestructuras y elementos naturales o medioambientales), situados en zonas de peligro que, de resultar alcanzados por la inundación o por los efectos de fenómenos geológicos asociados, pueda producir víctimas, interrumpir un servicio imprescindible para la comunidad o dificultar gravemente las actuaciones de emergencia.
5	SEM5	Establecer medidas de restauración fluvial, conducentes a la recuperación del comportamiento natural de la zona inundable, así como de sus valores ambientales asociados y las medidas para la restauración hidrológico-agroforestal de las cuencas con objeto de reducir la carga sólida arrastrada por la corriente, así como de favorecer la infiltración de la precipitación.
6	SEM6	Establecer medidas de mejora del drenaje de infraestructuras lineales, que incluirán la descripción de los posibles tramos con un insuficiente drenaje transversal, así como de otras infraestructuras que supongan un grave obstáculo al flujo, y las medidas previstas para su adaptación.
7	SEM7	Establecer planes de previsión e información hidrológica con el objeto de proporcionar, ante la concurrencia de fenómenos capaces de generar avenidas, la información necesaria sobre la Situación hidrológica de la zona que puede generar dicha avenida y de la que puede verse afectada por la misma, así como la evolución de dicha situación hidrológica, con objeto de que puedan adoptarse medidas adecuadas de protección de personas y bienes, y alertar a la población que pueda resultar afectada. Dicha información contemplará los siguientes aspectos: Precipitaciones registradas en los puntos de control; Secuencia de niveles en puntos de control y en embalses; Previsión de la secuencia anterior en función de las previsiones meteorológicas; y Previsión de zonas inundables.
8	SEM8	Implementar planes de protección civil ante el Riesgo de Inundaciones que establezcan la organización y procedimientos de actuación de aquellos recursos y servicios del Estado que sean necesarios para asegurar una respuesta eficaz del conjunto de las Administraciones Públicas, ante situaciones de emergencia por riesgo de inundaciones en las que esté presente el interés nacional.
9	SEM9	Implementar sistemas de drenaje sostenible (SUDS) integrado con el edificio y el medio, este diseño ayudará a controlar la escorrentía generada por la inundación y también gestionar la escorrentía de los terrenos adyacentes.
10	SEM10	Deben de ser diseñadas vías de escape seguras y áreas de refugio seguro sobre el nivel de la inundación. Así como también se debe contemplar una estrategia de planificación para el peor de los casos en el que se necesite un acceso de emergencia para los servicios de rescate en barcos o helicópteros, para esto deben diseñarse balcones, jardines en el techo u otros puntos adecuados.

Tabla 3.19: Catálogo de Soluciones para Edificaciones en Zonas Inundables.

Catálogo de Soluciones para una edificación en una zona inundable (Continuación)		
Nro.	Código	Descripción de la Solución
Soluciones en función a los Efectos de Minoración (SEM)		
11	SEM11	Obligación de construir en algunos edificios de uso público masivo u hospitales una especie de bunker bajo tierra donde se pueda refugiar la gente y salvar sus vías.
12	SEM12	Todas las cubiertas de edificios en zonas inundables deben estar diseñadas para soportar el peso de todas las personas que pueden acudir ahí para salvaguardar sus vidas. Dichas cubiertas deben ser fácil acceso desde el interior del edificio, deben estar señalizadas y poseer elementos de protección para garantizar la seguridad de las personas.
13	SEM13	En edificios o casas puede existir un garaje con un sistema hermético que no permita la entrada de agua pero con una cámara de aire que te permita respirar a la hora de una inundación extrema.
14	SEM14	Para estructuras que ya existen se debe verificar si el edificio no presenta lesiones como fisuras, grietas, roturas, deformaciones, humedades, material degradado, ... ni anomalías alguna, que puedan introducir incertidumbres en sus condiciones de seguridad, aptitud de servicio o merma en la durabilidad.
Soluciones y/o Recomendaciones respecto al Entorno (SRE)		
15	SRE1	En el caso de las inundaciones causadas por las aguas costeras y de transición, se tendrán en cuenta también la batimetría de la franja marítima costera, los procesos erosivos de la zona y la tendencia en el ascenso del nivel medio del mar y otros efectos en la dinámica costera por efecto del cambio climático.
16	SRE2	Se deberá tener conocimiento sobre la localización de los cursos de agua y sus características hidrológicas y geomorfológicas generales.
17	SRE3	Se deben realizar planes de ordenación territorial y urbanística, que respeten los usos del suelo, dichos planes no podrán incluir determinaciones que no sean compatibles con el contenido de los planes de gestión del riesgo de inundación, y además deben reconocer el carácter rural de los suelos en los que concurren dichos riesgos de inundación o de otros accidentes graves.
18	SRE4	No se debe construir ningún tipo de edificación en la zona de policía ni de servidumbre como establece la Ley del Dominio Público.
19	SRE5	En las zonas con riesgo de inundación se debe realizar aforos y proporcionar información sobre crecidas y control de la calidad de las aguas.
20	SRE6	Se considerarán puntos conflictivos aquellos en los que, a consecuencia de las modificaciones ejercidas por el hombre en el medio natural o debido a la propia geomorfología del terreno, pueden producirse situaciones que agraven de forma substancial los riesgos o los efectos de la inundación. Se tendrán especialmente en cuenta los puntos de los cauces por los que, en caso de avenida, han de discurrir caudales desproporcionados a su capacidad, y aquellos tramos de las vías de comunicación que puedan verse afectados por las aguas.

Tabla 3.19: Catálogo de Soluciones para Edificaciones en Zonas Inundables.

Catálogo de Soluciones para una edificación en una zona inundable (Continuación)		
Nro.	Codigo	Descripción de la Solución
Soluciones y/ó Recomendaciones respecto al Entorno (SRE)		
21	SRE7	Se deberá manejar datos de predicciones meteorológicas que proporcionen información de la génesis del fenómeno, localización, extensión, duración, intensidad.
22	SRE8	Los diseñadores deben de tener en cuenta la topografía, la distancia de la fuente de la inundación, y la proximidad de otros edificios y los obstáculos, antes de seleccionar la velocidad de inundación para el diseño.
23	SRE9	La acción de las olas se debe de tener en cuenta en la planificación de sitios a lo largo de los litorales costeros, en las zonas de riesgo de inundación que están tierra adentro de las costas abiertas, y otras áreas donde se producen las olas, incluidas las zonas con suficientes vientos que pueden generar olas (como lagos y amplias llanuras de inundación de los ríos). Las olas en la parte superior de las mareas de tormenta pueden ser hasta de un 50 por ciento mayor que la profundidad de la oleada.
24	SRE10	Es necesario conocer la posición del edificio con respecto a la dirección del flujo.
25	SRE11	Delimitar o establecer zonas y subzonas inundables en función de distintos periodos de retorno. Obligando a diseñar las edificaciones de acuerdo a la avenida de 25, 50, 100 y 500 años dependiendo de la zona en la que se encuentre emplazada la edificación.
26	SRE12	Prohibido edificar en zonas donde la pendiente sea muy pronunciada y la velocidad del agua supere 1 m/s.
27	SRE13	Prohibido edificar en zonas donde el calado sea más de un metro y la velocidad supere 1m/s, ya que se considera peligroso.
28	SRE14	Limitación del uso de las zonas inundables. No se debe permitir construir casas o edificios que se puedan realizar en otro sitio. Solo se deben construir edificios que sus usos sean muy necesarios y que además puedan soportar los costes que implica edificar en una zona inundable.
29	SRE15	Se debe planificar que los caudales que quedan entre edificios faciliten la velocidad del agua para obtener más capacidad de desagüe.
30	SRE16	Evitar o eliminar el efecto presa de un edificio. Los edificios no deben bloquear el cauce natural del agua.
31	SRE17	No se deben de aparcar coches en las líneas de corriente de desagüe entre edificios.
32	SRE18	Se debe diseñar para permitir el flujo del agua sin que se altere la dinámica del mapa cartográfico de inundación. Es decir favoreciendo el movimiento natural del cauce y construyendo para no alterar las condiciones previas establecidas, ni los mapas oficiales de inundación.
33	SRE19	La planificación debe prohibir construir edificaciones al lado de un cauce.
34	SRE20	Se debe conocer el espaciado entre edificios ya que influye en la velocidad del flujo entre los edificios.
35	SRE21	No se debe construir en zonas con riesgo de deslizamiento de estratos de terrenos que puedan caer sobre la edificación.

Tabla 3.19: Catálogo de Soluciones para Edificaciones en Zonas Inundables.

Catálogo de Soluciones para una edificación en una zona inundable (Continuación)		
Nro.	Codigo	Descripción de la Solución
Soluciones y/ó Recomendaciones respecto a los Estados Limites (SREL)		
36	SREL1	Se deberá considerar el potencial de socavación alrededor de los pilares y se establecerá las medidas de protección necesarias.
37	SREL2	Se recomienda establecer para los cálculos Estados límite el uso de cargas muertas al 100%.
38	SREL3	Las cargas vivas no se utilizarán o se reducirán cuando de ello resulte una condición más desfavorable. En estanques de almacenamiento, piscinas y otras estructuras similares, diseñados para contener y almacenar materiales, que pueden estar llenos o vacíos en caso de inundación, ambas condiciones deben ser analizadas en combinación con las cargas de inundación de la estructura considerada llena o vacía.
39	SREL4	La acción de las olas que contribuyen a la erosión y socavación y también contribuyen significativamente a diseñar las cargas en edificios. Debido a que la magnitud de las fuerzas de onda puede ser de 10 a 100 veces mayor que el viento u otras cargas de diseño, y por lo tanto puede controlar muchos parámetros de diseño.
40	SREL5	Tomar en consideración el posible Efecto Dominó, debido a que el edificio pueda desprenderse y afectar a un edificio vecino.
41	SREL6	Establecer factores de seguridad íntegros frente a la posible flotabilidad del edificio.
42	SREL7	Establecer factores de seguridad a todo lo que disminuya la presión efectiva del suelo.
43	SREL8	Considerar el posible efecto asimétrico de cargas sobre el edificio aguas arriba y aguas abajo.
44	SREL9	Se debe calcular para estados límites en el que el edificio está sometido a empujes negativos o empujes invertidos derivados de la inundación interior al desaparecer la inundación exterior.
Soluciones y/ó Recomendaciones respecto a la Estructura (SRE)		
45	SRE1	Cualquier edificación o parte de la misma, con destino no habitacional y sin prohibición para ubicarse por debajo de la cota de inundación, debe diseñarse de tal manera que pueda pasar el agua sin mayores obstáculos.
46	SRE2	Cualquier edificación o parte de la misma, con destino no habitacional y sin prohibición para ubicarse por debajo de la cota de inundación, debe diseñarse de tal manera que sea una estructura hermética con paredes impermeables al paso del agua y con componentes estructurales que tengan la capacidad de resistir cargas hidrostáticas e hidrodinámicas.
47	SRE3	Para reducir los riesgos de inundación se podrían proyectar edificación de modo tal que el piso o nivel habitable más bajo se diseñe elevado sobre la cota de inundación, pudiendo estar apoyada en elementos tipo columna, tales como pilares y en algunos casos muros.

Tabla 3.19: Catálogo de Soluciones para Edificaciones en Zonas Inundables.

Catálogo de Soluciones para una edificación en una zona inundable (Continuación)		
Nro.	Codigo	Descripción de la Solución
Soluciones y/ó Recomendaciones respecto a la Estructura (SRE)		
48	SRE4	Para edificaciones elevadas sobre estructuras, se recomienda que los pilares deban ser compactos y libres de apéndices innecesarios, que actúan como trampa o restringen el libre paso de los escombros durante una inundación. Los muros deben estar orientados con el lado más largo paralelo al sentido general del flujo de inundación.
49	SRE5	Los arrostramientos utilizados para proporcionar estabilidad lateral deben causar la menor obstrucción al flujo de inundación y reducir la posibilidad de atrapar los escombros que flotan.
50	SRE6	Para edificaciones que se encuentren elevadas sobre elementos estructurales, se debe diseñar de manera tal que la estructura principal del edificio este debidamente anclada y conectada a la subestructura que la eleva para resistir todas las fuerzas laterales, verticales positivas o negativas.
51	SRE7	Los elementos estructurales que puedan ser impactados por objetos arrastrados por la inundación, deben calcularse considerando que dichos objetos actúan como una carga concentrada que actúa horizontalmente al nivel de la cota de inundación o en cualquier punto por debajo de ella y es igual a la fuerza del impacto producido por 500 kg de peso de escombros que viajan a la velocidad del agua de la inundación y actúa sobre una superficie de 0,1 m ² de la cara de la estructura, donde se asume se produzca el impacto . La fuerza de choque se aplicará al material estructural en el lugar más crítico o vulnerable determinado por el diseñador.
52	SRE8	En el diseño estructural se debe considerar la duración de impacto es el tiempo transcurrido durante el cual la carga de impacto actúa sobre el elemento de construcción o edificio. La duración del impacto está influenciada principalmente por el frecuencia natural del edificio o elemento, que es una función de la rigidez de la construcción. La rigidez se determina por las propiedades del material, el número de miembros de soporte (columnas o pilas), la altura del edificio por encima del suelo, y la altura a la que se golpea el elemento. A pesar de todas las variables que pueden influir en la duración del impacto, los primeros supuestos sugirieron una duración de 1 segundo. (ASCE)
53	SRE9	Las edificaciones deben ser diseñadas y adecuadamente ancladas para evitar la flotación, colapso o movimiento lateral resultante de cargas hidrodinámicas e hidrostáticas, incluidos los efectos de la flotabilidad.
54	SRE10	En el diseño de la resistencia de un edificio o deposito frente a las fuerzas de flotación. Se debe calcular únicamente considerando el peso propio del edificio o deposito, si el este peso no es suficiente para contrarrestar la fuerza boyante del agua. Se deben de ir a soluciones adicionales de estabilización.
55	SRE11	Utilización de Duques de Alba en columnas que se pueden ver afectadas por la inundación.
56	SRE12	Conveniencia de realizar una construcción a dos cáscaras la cual se componga de una pared exterior que puede ser un muro pantalla y una construcción interior que sería una especie de núcleo más resistente en donde al agua se le haría más difícil alcanzar y/o destruir. (Este tipo de construcciones es utilizado para edificios que podrían ser atacados por terroristas).

Tabla 3.19: Catálogo de Soluciones para Edificaciones en Zonas Inundables.

Catálogo de Soluciones para una edificación en una zona inundable (Continuación)		
Nro.	Código	Descripción de la Solución
Soluciones y/ó Recomendaciones respecto a la Estructura (SRE)		
57	SRE13	Se debe ir a soluciones de edificios con secciones circulares para intentar que las líneas de corriente no pasen a un régimen turbulento y que a su vez se facilite la circulación natural del agua.
58	SRE14	Se debe de intentar diseñar el edificio con una forma hidrodinámica lo más adecuada posible en la dirección de la corriente, para no generar un efecto de parada del agua.
59	SRE15	Se debe lograr que los ejes de gravedad del edificio estén alineados de forma tal que se puedan equilibrar o compensar el peso propio del edificio, el peso del agua y los empujes. Para obtener una estabilidad estricta del edificio.
60	SRE16	Se debe considerar en el cálculo el peso de los depósitos que va a dejar el agua de inundación una vez esta se haya evacuado. (Tierras, lodos, sedimentos, escombros, etc.)
61	SRE17	Se debe considerar en el cálculo de la edificación el peso del agua de inundación dentro del edificio.
62	SRE18	Se debe considerar en el edificio las cargas verticales hacia abajo que actúan en superficies horizontales o inclinadas, tales como techos y cubiertas.
63	SRE19	Se debe tener en consideración en el cálculo de las edificaciones la profundidad y la velocidad que puede llegar a tener el agua durante el fenómeno de la inundación. Y también la altura que puede alcanzar.
64	SRE20	Se debe considerar en el cálculo de la edificación el periodo o el tiempo de inundación al que estará sometida la construcción.
Soluciones y/ó Recomendaciones respecto a la Cimentación (SRC)		
65	SRC1	El diseño de la fundación deberá tener en cuenta los efectos de la saturación del suelo y/o socavación en el comportamiento de la fundación.
66	SRC2	Para edificaciones cimentadas sobre relleno, el diseño de este debe demostrar que no altera sustancialmente las características del escurrimiento consideradas en los planos de inundación. Asimismo el relleno tampoco debe afectar a otras construcciones existentes ni a otras instalaciones o sistema de drenaje.
67	SRC3	Se debe estudiar los efectos de las inundaciones y de la socavación en la estabilidad de taludes.
68	SRC4	Una buena compactación es necesaria para reducir el riesgo de asentamiento y consecuente agrietamiento de los elementos estructurales.

Tabla 3.19: Catálogo de Soluciones para Edificaciones en Zonas Inundables.

Catálogo de Soluciones para una edificación en una zona inundable (Continuación)		
Nro.	Código	Descripción de la Solución
Soluciones y/o Recomendaciones respecto a la Cimentación (SRC)		
69	SRC5	La utilización de losas de piso de concreto sólido, siempre que estén diseñadas para soportar la presión del agua, pueden proporcionar un sellado efectivo para evitar que el agua se filtre desde el suelo.
70	SRC6	Para el diseño de la elevación de tierras se debe realizar una consideración cuidadosa sobre: las condiciones del terreno existente (por ejemplo, su subyace en terrenos blandos o muy permeables); el tipo de material (inerte, granular o cohesivo); la pendiente y estabilidad del terraplén; compactaciones y asentamiento del material de relleno; y el impacto hidrológico en el terreno existente.
71	SRC7	En el diseño cimentaciones de elementos tipo columna como es el caso de los pilotes, se debe estudiar las posibles características que influyen en la susceptibilidad del suelo frente a la acción erosiva o de socavación del agua.
72	SRC8	La erosión se debe considerar durante los cálculos de carga, ya que aumenta la profundidad de inundación local, que a su vez influye en los cálculos de carga. En las zonas sujetas a la erosión gradual de la superficie del suelo, son necesarias profundidades de empotramiento mayores para poder mitigar los efectos de la inundación.
73	SRC9	Se recomienda que la cimentación en caso de estar apoyada en roca debe tener un empotramiento mínimo.
74	SRC10	Es recomendable intentar cimentar en suelo no erosionable y fundamentalmente sólido.
75	SRC11	Las cimentaciones profundas deben de tener una zona de pasivo salvaguardada que servirá para resistir un futuro empuje de aguas al originarse la inundación.
76	SRC12	En suelos blandos o especialmente problemáticos la solución más factible sería pilotes o micropilotes.
77	SRC13	Se recomienda en suelos blandos cuido del terreno.
78	SRC14	Exigirle una sujeción o anclaje mecánico al terreno que no permita el giro y el desplazamiento del edificio.
79	SRC15	Se recomienda que en muros siempre exista un elemento mecánico que garantice que el edificio no deslicé. Ej.: utilizar tacones en muro.
80	SRC16	Fundar la cimentación en el mismo estrato de suelo o roca. Siempre que este estrato sea suficientemente resistente.
81	SRC17	Si el edificio asienta sobre terrenos de distinta tipología habría que estudiar cada zona de la cimentación de forma independiente en función de la erosionabilidad de cada terreno.

Tabla 3.19: Catálogo de Soluciones para Edificaciones en Zonas Inundables.

Catálogo de Soluciones para una edificación en una zona inundable (Continuación)		
Nro.	Código	Descripción de la Solución
Soluciones y/o Recomendaciones para los Materiales de Construcción (SRMC)		
82	SMRC1	Los materiales utilizados deben considerar las mismas tensiones admisibles (o factores de carga en el caso de diseño por resistencia) que las normas de diseño estructural establecen para viento o sismo, combinadas con las cargas gravitacionales; es decir, tratar las cargas y tensiones producto de tsunamis en la misma forma que las cargas de sismo.
83	SMRC2	En función de la composición del metal, las inundaciones repetitivas, sobre todo por las aguas costeras salinas, pueden contribuir a la corrosión a largo plazo. Conectores y elementos de fijación son parte integral de la estabilidad estructural de los edificios, por lo tanto, pueden producir un fallo causado por la corrosión acelerada que representaría un peligro para el edificio.
84	SMRC2	Las membranas a prueba de humedad (dpm) deben ser incluidos en cualquier diseño para minimizar el paso del agua a través de pisos de tierra. Membranas de polietileno impermeables deben ser de al menos 1200 mm para minimizar la rasgadura.
85	SMRC3	Los materiales resistentes a la inundación debe ser aquellos productos para la construcción que sean capaces de resistir el contacto prolongado (72 horas) y directo de las aguas sin sufrir daños significativos.
86	SMRC3	Los materiales resistentes a la inundación no deben degradar los materiales adyacentes o los sistemas de los cuales el material forma parte.
87	SMRC4	Se recomiendan como materiales resistentes a la inundación los sujetadores y conectores de acero inoxidable, acero galvanizado, galvanizado por inmersión en caliente, bronce de silicio o cobre para uso con madera tratada con conservantes.
88	SMRC4	Se recomienda que todas las baldosas deben ser pegadas con un compuesto adhesivo, y junto con una base de cemento y una lechada impermeable.
89	SMRC5	No se recomienda el uso de soleras de hormigón por encima de poliestireno o poliuretano, ya que dificultan el secado del material de aislamiento.
90	SMRC5	No se recomienda el uso de pisos de madera ya que al entrar en contacto con el agua de inundación suelen deformarse significativamente.
91	SMRC6	Se recomienda evitar las paredes de madera en las construcciones que pueden ser inundables.
92	SMRC6	Se recomienda el uso de marcos de acero, ya que pueden ser una alternativa adecuada para incorporar materiales resilientes.
93	SMRC7	Para el aislamiento de las cavidades de bloques o ladrillos debe incorporar preferiblemente materiales de celdas cerradas rígidas ya que estos conservan la integridad y tienen baja humedad de recogida.
94	SMRC7	Evitar las placas, revestimientos y listones de yeso, ya que tienden a desintegrarse cuando se sumergen en agua.

Tabla 3.19: Catálogo de Soluciones para Edificaciones en Zonas Inundables.

Catálogo de Soluciones para una edificación en una zona inundable (Continuación)		
Nro.	Código	Descripción de la Solución
Soluciones y/o Recomendaciones para los Materiales de Construcción (SRMC)		
95	SRMC8	Es recomendable utilizar selladores de muros para reducir la penetración del agua y para tapar grietas.
96	SMRC8	Se recomienda que el enmarcado de las puertas y ventanas deben sellarse con pvc.
97	SRMC9	Las ventanas deben poseer un doble acristalamiento conforme a las normas pertinentes, que en principio puedan resistir adecuadamente las presiones generadas por las inundaciones.
98	SMRC9	Elementos prefabricados contruidos para que el agua no llegue. Ej.: Barreras perimetrales.
99	SRMC10	Innovación de materiales de construcción como la tecnología de resina, que es un material waterproof. Y water-resistant que pueden soportar inundaciones de hasta 20 metros de altura.
100	SMRC10	Materiales inaceptables: materiales que absorban o retengan excesivamente el agua cuando estén sumergidos.
101	SRMC11	No se pueden utilizar materiales adhesivos que sean solubles en agua o que no puedan resistir la acción alcalina o acida del agua.
102	SMRC11	Se recomienda el acero inoxidable o por inmersión en caliente en sujetadores y conectores, galvanizados utilizarse por debajo de la BFE (Base Flood Elevation) en tanto en el interior (no corrosivo) y las zonas costeras (corrosivos). En ambientes costeros donde las sales transportadas por el aire contribuyen a la corrosión, se recomienda que los elementos de fijación y conectores sean resistentes a la corrosión y se utilicen en todo el edificio en donde puedan estar expuestos.
103	SRMC12	Deberían utilizarse hormigones con resistencias especiales a las posibles sustancias que el agua lleve disueltas si el tiempo de inundación va a ser largo así como recubrimientos mayores.
Soluciones y/o Recomendaciones con respecto a la Resiliencia(SRR)		
104	SRR1	Promover el desarrollo sostenible y adecuado para la construcción de edificios, resistentes a la inundación y medidas flexibles en las áreas donde existe un riesgo residual de inundación.
105	SRR2	Se pueden utilizar medidas resilientes de impedimento de entrada del agua al edificio hasta una profundidad máxima de inundación de 60cm de agua sobre el suelo, esta medida tiene como objetivo recuperar el total del edificio.
106	SRR3	Cuando el nivel de agua exceda los 60cm la estrategia resilientes mas adecuada es que el agua de inundación penetre a la edificación para de esta manera poder compensar las fuerzas hidrostáticas a las que estará sometida y la estructura. Y garantizar que los elementos inundados dentro de la edificación podrán ser fácilmente reparados o reemplazados.
107	SRR4	Las medidas resilientes deben ser capaces que el producto se pueda minimizar visiblemente o que pueda encajar con el diseño global de la edificación y que el sitio sea lo mas agradable estéticamente para el usuario final.

Tabla 3.19: Catálogo de Soluciones para Edificaciones en Zonas Inundables.

Catálogo de Soluciones para una edificación en una zona inundable (Continuación)		
Nro.	Código	Descripción de la Solución
Soluciones y/o Recomendaciones con respecto a la Resiliencia(SRR)		
108	SRR5	Utilización de ventanas y puertas resistentes a la inundación. Que han sido ensayadas a niveles de inundación de 60 y 90cm por encima del suelo. Estos elementos tienen una tasa de fuga máxima designada de un litro por hora.
109	SRR6	Las edificaciones deben construirse con, calefacción, ventilación, fontanería, aire acondicionado y equipo eléctrico y otras instalaciones de servicios diseñados para prevenir la entrada de agua o la acumulación dentro de los componentes.
110	SRR7	Instalar circuitos eléctricos independientes e interruptores automáticos por falla a tierra en áreas que inundarán. Las medidas de emergencia deberían ser adecuadas para que el servicio eléctrico se pueda apagar para evitar riesgos de electrocución.
111	SRR8	Una recomendación resiliente es la implementación de accesorios de sacrificio que puedan ser reemplazados después de una inundación. Pero siempre sopesando los costos de estas unidades accesorios y la frecuencia de la ocurrencia de inundaciones.
112	SRR9	Es recomendable colocar lo mas alto del piso posible electrodomésticos como hornos de gas, lavadoras, etc. para minimizar el riesgo de ser afectados por el agua de la inundación.
113	SRR10	Los materiales resilientes y resistentes a la inundación deben cumplir que el costo de reparación cosmética de estos sea menor que el costo de sustitución de los materiales y sistemas afectados.
114	SRR11	Utilización de sumidero en superficie: provisión de un sumidero y una bomba automática de pequeña capacidad en la planta baja se recomienda en los casos en que la probabilidad esperada de la inundación en un año es del 20% o una frecuencia de inundación de más de una vez cada cinco años. Este sistema ayudará al proceso de drenaje y acelerar el secado de la edificación.
115	SRR12	Se debe considerar elevar puertas y ventanas lo mas alto posible, pero respetando los requisitos de acceso al nivel.
116	SRR13	Las puertas deben ser montadas de manera que se puedan abrir a ambos lados para facilitar el movimiento efectivo del agua, tanto dentro como fuera de la casa.
117	SRR14	Asegurarse de tener una buena ventilación de áreas cerradas para reducir el riesgo de pudrición de la madera.
118	SRR15	Se podría diseñar el sótano que a través de un sifón que permita que el agua que vaya evolucionando con la misma cota que el agua de fuera, de manera que el sótano actúe como estabilizador de empujes. Se debe tratar de no tener objetos caros o patrimoniales en esta área.
119	SRR16	Para la compensación de empujes en sótanos o garajes es recomendable tener ventanas o válvulas que se puedan abrir para que el agua entre.

Tabla 3.19: Catálogo de Soluciones para Edificaciones en Zonas Inundables.

Catálogo de Soluciones para una edificación en una zona inundable (Continuación)		
Nro.	Codigo	Descripción de la Solución
Soluciones y/ó Recomendaciones con respecto a la Resiliencia(SRR)		
120	SRR17	Solución de inundación de garajes solo si se sobrepasa un umbral catastrófico. Este diseño consiste en que en la entrada de todos los garajes se genere un reborde (un resalto) de unos 30cm, que hace la función de una presa en el garaje para que no entre el agua más que cuando la ciudad por encima del subsuelo tiene una cierta cota. Esto se utiliza en garajes que sus puertas o accesos son rampas por las que se desciende a un garaje soterrado.
121	SRR18	Se recomienda la implementación en edificios de barreras circulares, sellados de ventanas y barreras perimetrales.
122	SRR19	Es recomendable utilizar doble ventana por debajo de la cota de inundación.

Tabla 3.19: Catálogo de Soluciones para Edificaciones en Zonas Inundables.

3.6 El contenido de la gestión del riesgo.

En vista de los riesgos y recomendaciones presentadas en el catalogo anteriormente expuesto, podemos señalar que el proceso de la gestión del riesgo contempla genéricamente una serie de componentes, contenidos o fases que los actores sociales deben considerar en su aplicación para lograr una efectiva reducción del riesgo, pudiéndose resumir de la siguiente manera: (ABC de la Gestión de Riesgos, 2004)

- a). La toma de conciencia, la sensibilización y la educación sobre el riesgo.
- b). El análisis de los factores y las condiciones de riesgo existentes en el entorno bajo consideración o que podrían existir con la promoción de nuevos esquemas, y la construcción de escenarios de riesgo de manera continua y dinámica. Este proceso exige el acceso a información fidedigna, disponible en formatos y a niveles territoriales adecuados a las posibilidades y recursos de los actores sociales involucrados.
- c). El análisis de los procesos causales del riesgo ya conocido y la identificación de los actores sociales responsables o que contribuyen a la construcción del riesgo.
- d). La identificación de opciones de reducción del riesgo, de los factores e intereses que obran en contra de la reducción, de los recursos posibles accesibles para la implementación de esquemas de reducción, y de otros factores o limitantes en cuanto a la implementación de soluciones.
- e). Un proceso de toma de decisiones sobre las soluciones más adecuadas en el contexto económico, social, cultural, y político imperante y la negociación de acuerdos con los actores involucrados.
- f). El monitoreo permanente del entorno y del comportamiento de los factores de riesgo.

CAPITULO 4: Caso de Estudio

4.1 Caso de Estudio: Análisis del Riesgo de Inundación en la Republica Dominicana. Caso especial de los asentamientos a la orilla del Río Ozama en Santo Domingo.

Antecedentes

El estudio del caso nos atañe ha sido analizado mediante las documentaciones, estudios, leyes, y procedimientos que se han realizado relativos a los riesgos de inundación para los asentamientos en la orilla del río Ozama.

Por lo que para este caso práctico que sirve como ejemplo de la investigación realizada en este trabajo de fin de máster, se consultaron los datos y documentos proporcionados por: (1) El Ministerio de la Presidencia de la Republica Dominicana, (2) El Centro de Operaciones de Emergencia de RD, (3) Oficina Nacional de Estadística de RD, (4) Ley General sobre Medio Ambiente y Recursos Naturales de RD, (5) Ley de Aguas de la Rep. Dom., (6) Ley de Gestión de Riesgos No. 147 de la Rep. Dom., (7) Defensa Civil de la Republica Dominicana, (8) El Servicio Geológico Nacional de Rep. Dom., (9) Publicaciones en periódicos digitales: DarioLibre.com y NoticiasSIN.com, y (10) Datos sobre el proyecto de la Constructora INCOSERCA (Ingeniería consultoría de servicios).

-Introducción

La República Dominicana, por su situación geográfica es propensa a ser afectada por fenómenos naturales como: tormentas, huracanes, ciclones tropicales. El enclave de los asentamientos del sector de la Barquita están en áreas de muy alto riesgo de inundación, en condiciones extremas de vulnerabilidad, además de muchas otras condiciones de hacinamiento y arrabalización. Además en estas áreas pueden ocurrir desastres como: aluviones, derrumbes y deslizamientos de tierra, pues son históricas las situaciones de hecho vividas por los residentes de las barriadas, donde los costes humanos y bienes materiales son cuantiosos.

En este capítulo se ha querido evaluar la situación de los asentamientos urbanos en la orilla del río Ozama en Santo Domingo. Es conveniente resaltar que este caso de estudio ha sido evaluado desde un punto de vista general, para que sirva como ejemplo de la gestión de riesgos de inundación estudiadas en este trabajo de fin de máster.

A continuación se describirán las características generales de la zona de estudio y la evaluación de la gestión de riesgos de inundación:

-Localización

La Barquita está considerada como un sub-barrio de San Lorenzo de Los Minas, ubicado en Santo Domingo (Republica Dominicana), surge como expresión de un proceso de ocupación informal por flujos migratorios, los miembros de esta comunidad provienen del flujo migratorio intraurbano, estos asentamientos crecen de manera desproporcionada. El nombre de La Barquita se debe a que en sus orígenes no existía

puente y el medio de transporte era por medios de barcos que transportaban de un lado a otro.

Según censo realizado en el 2009-2010 por Salud Pública para la construcción del hospital de atención primaria, San José, ubicado en el asentamiento de estudio, La Barquita tiene una población de 7,677 habitantes.

Este asentamiento está dividido en cuatro sectores, la lata y la lechuga estas son las secciones más vulnerables del asentamiento con una población de 1,058 casas y 4,073 habitantes, la milagrosa y San José la cuales tienen una población de 2,546 habitantes.

-Cuenca

El río Ozama, el cual nace en la sierra de Yamasá, el cual tiene un recorrido de 148 km, y desemboca en el mar Caribe, sus afluentes son: Isabela, Sabita y Yabacao, los flujos de agua del río Ozama en su tramo urbano exilan entre 0.05 y 0.1m.s.i en la estación seca, y entre 0.15 y 0.20 m.s.i en la estación lluviosa.

Este río tiene una alta contaminación, ya que recibe importante cantidad de sedimentos y basura, con áreas degradadas debido al impacto de los asentamientos y las actividades humanas, provocadas por los asentamientos precarios como es el caso de estudio que se encuentra a orillas del mismo, los cuales presentan amplias zonas incorporadas a la ciudad, con su propia estructura consolidada, es por ello se considera importante la intervención ya que tienen un bajo perfil urbanístico y social.

El río Ozama también es contaminado por las industrias que vierten desechos como: Hidrocarburos disueltos y dispersos en el agua, filtraciones de combustibles de plantas eléctricas, y desechos derivados de la agricultura. El Río Ozama también muestra altos niveles de metales pesados.

Por lo tanto el asentamiento precario de La Barquita está sometido no solo a las inclemencias meteorológicas, sino también, al factor humano, vertiendo agentes contaminaste y acumulando desechos y basuras en la orilla, lo que provoca enfermedades a sus habitantes.

Construcción

El 95% de las edificaciones presentes en el lugar, lo conforman las viviendas en las que una o varias familias comparten una casita hecha de paredes y techos de hoja de zinc, en algunos casos de madera y zinc, en la parte más alta del asentamiento tenemos un 5% de viviendas hecha en block y techo de zinc, en el mismo se encuentran cañadas las cuales vierten al río agudizando la contaminación del mismo.

Características climáticas y geomorfológicas

La República Dominicana tiene una temperatura promedio anual de 27 grados centígrados, al igual que en todo el país se puede dividir en dos estaciones una que dura de noviembre hasta marzo, caracterizada por su relativa frescura, básicamente en diciembre y enero, y otra que dura de abril a octubre, más caliente, sobre todo de junio hasta septiembre, recibe un total promedio anual de 1,500 mm de lluvia se observan

variaciones en la pluviométrica, siendo los meses del mayo (conocido como la época de aguaceros en todo el país) y de septiembre a diciembre, los meses en que se observan las precipitaciones regulares. Este asentamiento está ubicado a orillas del río Ozama, lo que hace que en estos meses sufra fuertes inundaciones.

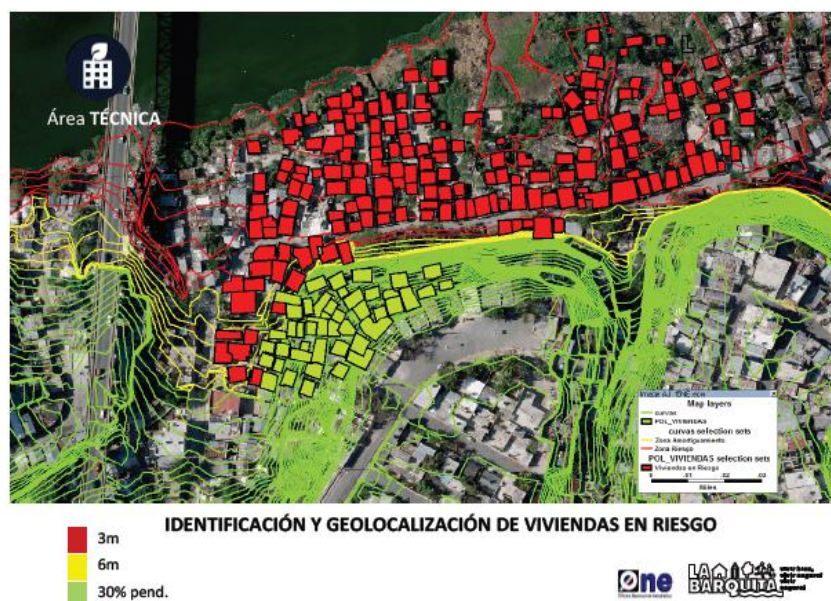


Figura 4.1: Identificación y Geolocalización de Viviendas en Riesgo. Fuente: www.cuencaozama.com.do

-Vulnerabilidad

Tipo de vulnerabilidad	Indicadores
Vulnerabilidad física	Ubicación de viviendas al pie del río Ausencia de calles
Vulnerabilidad estructural	Accesos limitados Construcciones inadecuadas Falta de obras de protección infraestructuras
Vulnerabilidad social	Falta de formación y capacitación de los actores involucrados respecto al problema existente Desorganización local Regulación para el manejo de los suelos Sensibilización acerca de las inundaciones y deslizamiento ante el paso de un fenómeno.
Vulnerabilidad económica	Inestabilidad laboral Excesivo crecimiento poblacional Pluralidad económica Ingresos familiares limitados
Vulnerabilidad ambiental	Proceso de deforestación Contaminación de las aguas del río Ozama Lenta recuperación después de un fenómeno natural

Tabla 4.1. Indicadores de vulnerabilidad para el sector de la Barquita

-Riesgos

Partiendo de que el Riesgo de Inundación se entiende como la probabilidad del Peligro de Inundación por la Exposición y por la Vulnerabilidad (CENAPRED, 2004). es decir

el peligro es el fenómeno natural el cual puede ocasionar daños a la infraestructura , al ambiente o a las personas.(exposición y vulnerabilidad) . El Riesgo puede entenderse también como el Peligro (Amenaza natural) por las Consecuencias.

-A sabiendas que la amenaza principal que tienen los habitantes de la barquita, es el desbordamiento del rio Ozama causado por las fuertes lluvias y en ocasiones ciclones, huracanes y tormentas tropicales que azotan la Republica Dominicana.

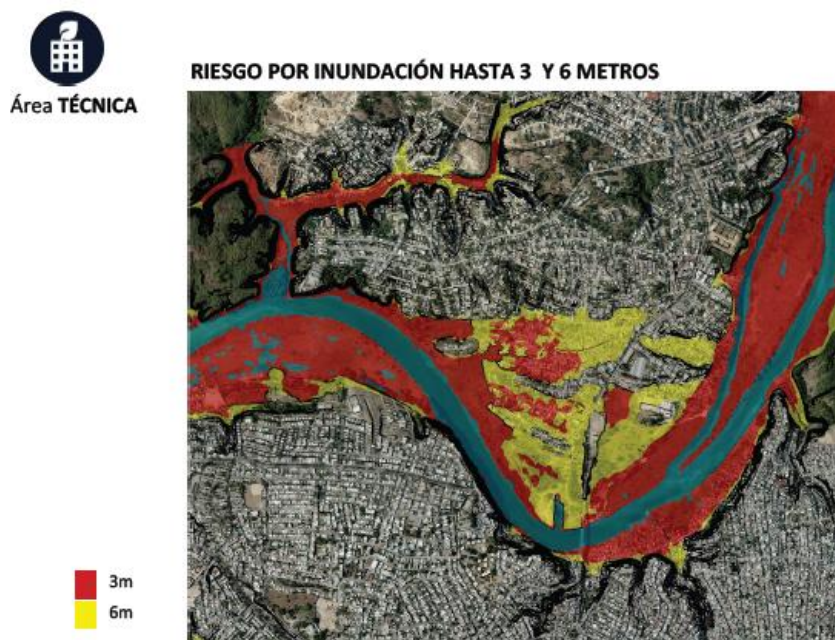


Figura 4.2: Riesgo por Inundación el Sector de la Barquita. Fuente: www.cuencaozama.com.do

-Por su ubicación tan cerca del rio La Defensa Civil y la Cruz Roja Dominicana realizan constantemente evacuaciones en el sector de La Barquita del Sector Los Mina, en muchas ocasiones se hace necesaria la intervención de dichos organismos y evacuaciones masivas de los moradores. Es normal escuchar de los moradores que la crecida repentina del afluente que bordea la comunidad, obliga continuamente a la evacuación de cientos de familias que residen a orilla de dicho río. Es por ello que la Defensa Civil y los demás organismos de socorro mantienen vigilando la referida comunidad, ante la posibilidad de nuevas precipitaciones.

-Los datos estadísticos de la Defensa Civil establecen que ante cada necesidad de trasladar personas por las inundaciones de la comunidad, se registran en la mayoría de los casos unas 700 personas que permanecen en los refugios durante varios días posteriores a la ocurrencia del hecho, que los obliga a trasladarse de sus viviendas.

-Riesgo de deslizamientos de tierra que se producen en los momentos en que la comunidad se ve sometida a fuertes lluvias, es que el suelo de la zona es arcilloso y que tiene poca compactación, por lo que no brinda una buena base para la construcción de viviendas, ni existen las condiciones adecuadas para la construcción de las mismas, ya que al no contar con cimientos adecuados, no se realizan con materiales óptimos.



Figura 4.3: Detalle de Sección de Riesgo de Inundación. Fuente: www.cuencaozama.com.do

-Riesgo de fallos estructurales debido a la mala construcción de las viviendas y por consiguiente pérdidas significativas de vidas humanas y de bienes materiales.

-Riesgo de acumulación de agua por falta de un adecuado sistema de drenaje. Las viviendas no cuentan con tuberías ó drenaje sanitario alguno lo que afecta y empeora las amenazas y vulnerabilidades de que son objeto pues la crecida del río, los deslizamientos de tierra y desechos y otros materiales al momento de las inundaciones y otros fenómenos naturales ó situaciones antrópicas afectan al común de la población.

4.2 Conclusiones del Caso de Estudio

Se ha determinado que las principales amenazas que tiene el sector de la Barquita residen en la contaminación y en el desbordamiento del Rio Ozama por las constantes crecidas.

Además sus habitantes corren un riesgo mayor debido a la vulnerabilidad del sitio por la deficiente construcción de las viviendas, los bajos recursos económicos de la zona, la proximidad de los asentamientos al río sin ningún elemento de protección, el gran número de personas que viven en esta zona en condiciones de hacinamiento, la falta de un sistema de drenaje y Plan de ordenamiento territorial.

Se determinó que las principales amenazas existentes son la contaminación y desbordamiento del río Ozama, el cual posee una alta contaminación, ya que recibe una cantidad de sedimentos y basura. La degradación del área o rivera del río provocada por el impacto de los asentamientos y las actividades humanas, genera deterioro ambiental, el asentamiento La Barquita está sometido a inundaciones provocadas por el desbordamiento y contaminación del río, lo que provoca a su vez enfermedades a sus habitantes.

Por tanto las recomendaciones para este caso de estudio:

1. Se debe realizar un estudio hidrológico del sitio donde se verifique si los calados superan el metro y si las velocidades del flujo de inundación supera 1 m/s. Con la finalidad de determinar si se puede edificar o no.
2. Debe existir una limitación del uso de las zonas inundables. No se debe permitir construir casas o edificios que se pueden realizar en otro sitio. Solo se debe construir edificios que sus usos sean muy necesarios y que además puedan soportar los costes que implica edificar en una zona inundable.
3. Se pueden implementar de medidas estructurales, por ejemplo desarrollo de obras de protección.
4. Realizar el saneamiento del río Ozama, es de suma importancia, ya que posee una alta contaminación al recibir una importante cantidad de sedimentos y basura, con áreas degradadas, debido al impacto de los asentamientos y las actividades humanas, provocados por los asentamientos precarios como es el caso de La Barquita, donde su crecimiento urbano no planificado se ha desarrollado a orillas del mismo.
5. La estimación del riesgo, un proceso a determinar el nivel de riesgo “aceptable”, que se refiere al umbral de daños y pérdidas que la sociedad está en condiciones de asumir, como consecuencia de la ocurrencia de un desastre en particular.
6. Construir un sistema de drenaje pluvial y de aguas residuales, que sea capaz de evacuar correctamente el agua de inundación, y evitado el posible colapso de tuberías que podrían aumentar los daños por inundación.
7. Se deben realizar planes de ordenamiento territorial y urbanístico que respeten los usos del suelo.
8. Se deben desarrollar mapas de inundaciones zonificado por zonas en función del nivel peligrosidad y de riesgo.
9. Se debe prohibir terminantemente construir en zonas que estén muy próximas a la orilla de ríos y cuencas que puedan desbordarse constantemente.

4.3 Comentario

En la actualidad, recientemente el Presidente de la Republica Dominicana esta desarrollando un proyecto de reubicación de estas personas por fases. Donde serán ubicadas cerca de su ubicación actual, pero sin recibir los impactos de las crecidas del rio Ozama. Además ha dicho que el área de la Barquita será convertida en Parque Fluvial.

A mi juicio personal creo que la mejor solución para el sector de La Barquita es la reubicación de estas personas, debido a que el nivel de las amenazas y el riesgo es muy elevado. Y los habitantes de este sector de ninguna manera pueden convivir con la

inundación, no solo por la cercanía al río, sino también por sus bajas posibilidades económicas.

También a mi juicio personal entiendo que el Gobierno Dominicana debe ser más riguroso en la prohibición de este tipo de asentamientos humanos a las orillas de los ríos, que son tan comunes en todo el territorio Nacional. Y que este Proyecto de Reubicación de los habitantes de la Barquita sirva de modelo para empezar a implementarse en otras zonas del país.

Igualmente la Republica Dominicana debe contar un Mapa de Cartográfico de Inundación en el que este delimitado todas las zonas inundables en función de su nivel de riesgo y que sea asequible a la población.

Recuperar los márgenes y rescatar el Cinturón Verde de Santo Domingo debería convertirse en el reto ecológico y urbano más importante del Gobierno debido a que en esta zona se encuentran los acuíferos de donde saldrá el agua de la ciudad para los próximos 200 años.



Fuente: Defensa Civil, 2007

Figura 4.4: Vista del Sector la Barquita Inundado.

Como comentario final, se quiere resaltar que, en la comunidad de la Barquita apenas se ha aplicado la prevención de riesgos y que después de los eventos solo se han hecho evaluaciones de pérdidas a escala Macro y no Micro. Por lo que se hace necesario prevenir y no solo evaluar. Además es necesario destacar puntos de gravedad, de incidencia y de frecuencia de eventos y un plan de acción para ir adaptando el área afectada, para que en nuevos eventos no se sufra otra vez lo mismo.

CAPITULO 5: Conclusión

En definitiva la variabilidad climática y el cambio climático proyectan problemas significativos, ya que las condiciones hidrometeorológicas están cambiando, generando un alto grado de incertidumbre para la gestión de riesgos de desastres naturales. Lo que quiere decir que el enfoque de la tradicional de la gestión de riesgo de inundaciones debe ser modificado, adecuándose a la pregunta de ¿cómo podemos convivir de alguna manera con el riesgo?, recudiendo sus consecuencias e implementando medidas resilientes que nos ayuden a resistir, absorber, adaptarnos y recuperarnos rápidamente del daño.

Es por esto que la gestión del riesgo debe involucrar acciones que permitan prevenir y reducir el riesgo; así como prepararse y responder ante un desastre para rehabilitar, recuperar y reconstruir los daños. Todas estas acciones deben lograr como objetivo principal minimizar los riesgos de pérdidas (vidas y bienes). Tomando en consideración la vulnerabilidad de la población afectada en función de su localización, el medio ambiente, condiciones socio-económicas, el número de habitantes y la estimación de la magnitud de la amenaza en la que pueden verse envueltos.

Este trabajo de fin de máster lo que ha querido lograr, es identificar un catalogo de riesgos estructurales que puedan significar el fallo de una edificación en una zona inundable, causando un peligro para las vidas humanas. Asimismo para poder minimizar estas pérdidas se han sugerido soluciones y recomendaciones.

Pero este catálogo de riesgos y soluciones para edificaciones en zonas inundables, debe formar parte de un plan conjunto de gestión de riesgos que involucre a los afectados y a los gobiernos de los distintos países. Para desarrollar un plan de preparación operativa para la atención de emergencias, la reducción de riesgos impulsada desde una perspectiva de la planificación territorial, económica y social. Fortaleciendo explícitamente la prevención-mitigación y rehabilitación, dentro de una política guiada más por la gestión de riesgos que desde la perspectiva particular y limitada de la atención de emergencias.

Además los riesgos y soluciones para edificaciones en zonas inundables deben ser incorporados en todo proyecto dentro de un área inundable. Entiendo que este trabajo se debería continuar en el futuro con el análisis de los riesgos y las soluciones para determinar:

- a) Información a incluir en los planos de las edificaciones.
- b) Valores de los riesgos que pueden aceptarse, con o sin condiciones.

- c) Métodos de análisis o valoración que se puedan aplicar a las construcciones en zonas inundables.
- d) Soluciones mitigadoras y/o eliminadoras de riesgo, tanto a escala de territorio como urbana y edificación. Estas soluciones serian para el propio proyecto como para el Plan de Autoprotección a implementar de acuerdo con el RD 393/2006.
- e) Implementar métodos de control o monitorización de la eficiencia de las medidas aplicadas y así poder analizar los efectos de cada medida de mejora o buena práctica que se propone en este trabajo de fin de máster.

Bibliografía

- 2009. Plan de emergencia especial por inundaciones. INUNCAT. Agencia Catalana del Agua. Barcelona: s.n., 2009
- 2009. Terminología sobre reducción del riesgo de desastres. Ginebra, Suiza: Estrategia Internacional para la reducción de desastres de las Naciones Unidas (UNISDR), 05 de 2009.
- Astigarraga, E. “El Método Delphi”. Universidad de Deusto. Facultad de CC.EE. y Empresariales. San Sebastián, España
- APFM, OMM & Asociación Mundial para el Agua. 2009. Gestión Integrada de Crecidas: Documento conceptual. Ginebra : Programa Asociado de Gestión de Crecidas (APFM), Organización Meteorológica Mundial (OMM), Asociación Mundial para el Agua, 2009. 978-92-63-31047-7.
- Bartlet, J. Project Risk Analysis and Management Guide (pram 204).
- Bassi A, Atkinson J, Ferreira A, Pierrel JM, Toussaint Y, Polanco X, et al. Informe de avance Proyecto ECOS/CONICYT C 97E04: Análisis de Información Científico y Técnica: El Proyecto Anistec <http://www.e-global.es/tribunalarb006.htm>
- Banco Interamericano de Desarrollo, Secretariado Técnico de la Presidencia, “Plan Nacional de Gestión de Riesgos”. Dponible en http://www.disaster-info.net/PEDSudamerica/leyes/leyes/mexicocaribe/dominicana/sistemnac/Plan_Nacional_Gestion_Riesgos.pdf
- BID: ESTRATEGIA DE PAÍS CON REPÚBLICA DOMINICANA DOCUMENTO DEL BANCO INTERAMERICANO de Desarrollo http://www.iadb.org/dominicana/PDF/Doc_Pais.pdf
- Carvajal-Escobar, Y & Ordoñez, C. 2010. Cambio climático. [book auth.] M Pérez, J Rojas & C Ordoñez. Desarrollo sostenible: principios, aplicaciones y lineamientos de política para Colombia. Cali, Colombia. : Universidad del Valle, 2010.
- Carvajal-Escobar, Y & Quintero, M. 2007. Practicas útiles de adaptación frente a eventos hidrometeorológicos asociados al cambio y la variabilidad climática en América Latina y el Caribe. Documento Técnico. Conceptos Fundamentales. Cali, Colombia : Universidad del Valle, Grupo de investigación en ingeniería de recursos hídricos y desarrollo de suelos y aguas- IREHISA, IAI, 2007.
- Cartilla de Inundaciones de Bogotá. Alcaldía Mayor de Bogotá. Fondo de Prevención y Atención de Emergencias.
- Centro de Operaciones de Emergencia de la Republica Dominicana. <http://coe.gov.do/>
- Estadísticas de Riesgos Extraordinarios. (2011). Consorcio de Compensación de Seguros. Ministerio de Economía y Hacienda. España.
- Directiva 2007/60/EG de la Unión Europea

- Defensa Civil de la Republica Dominicana. <http://www.defensacivil.gov.do/>
- EM-DAT. 2011. The International Disaster Database. OFDA/CRED. Centre for research on the epidemiology disasters. [En línea] Université Catholique de Louvain - Brussels - Belgium, www.emdat.be. v.12.07.
- El ABC de la Gestión de Riesgos. (2004). Editado en las Oficinas de Centro HUMBOLDT.
Esta publicación ha contado con el apoyo de Oxfam y Consejería en Proyectos.
- Evaluación Preliminar General de los Impactos en España por efecto del cambio climático, ministerio de medio ambiente. Oficina Española de Cambio Climático y Departamento de Ciencias Ambientales 2005
- Eslava H. Jimenez M., Salas, Garcia F. y Vazquez, T. 2004 Guía de elaboración de mapas de riesgo por inundaciones y avenidas subita, con arrastre de sedimentos version preliminar, CENAPRED, Dirección de Investigación, Subdirección de Riesgos Hidrometeorológicos, México.
- Glantz, M, H. Katz & R. K. Nicholls. 1991. Teleconnections linking worldwide climate annomalie. Cambridge, USA : Cambridge University press, 1991.
- “Guía europea para la protección contra inundaciones” (2012). CEPREVEN, Consorcio de Compensación de Seguros (España)
- IASC. Inter-Agency Standing Committee. “El Salvador Shelter Cluster”. Con la colaboración de ONU-HABITAT
- IPCC. 2001. Climate Change 2001: Synthesis Report. A Contribution of Working Groups I, II, and III to the Third Assessment Report of the. Cambridge- United Kingdom, and New York, NY, USA : [Watson, R.T. & the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge University Press, 2001. pág. 398.
- Indicadores de la Gestión de Riesgos de Desastres en República Dominicana (2013). Programa de Prevención de Desastres y Gestión de Riesgos. Dirección Nacional de Ordenamiento y Desarrollo Territorial.
- Ley de Aguas de la Republica Dominicana.
- Memoria SUFRI Dtrategies Of Urban Risk Management (2010). Universidad Politecnica de Valencia
- Mikelarena Peña, F. FUENTES DE INFORMACIÓN BIBLIOGRÁFICA PARA LA INVESTIGACIÓN EN HISTORIA MODERNA Y CONTEMPORÁNEA.
- National Geographic.
http://www.nationalgeographic.com.es/2004/09/01/cambio_climatico.html
- Plan de Emergencia Nacional de la Republica Dominicana.

- Porto, M F.S & De Freitas, C M. 1996. Mayor chemical accidents in industrializing countries: The sociopolitical amplification of risk. in Risk Analysis. 1996. págs. 19-29. Vol. 16.
- Real Decreto 903/2010
- Reglamento del Dominio Público Hidráulico de España aprobado por el Real Decreto 849/1986 de 11 de abril.
- Ribstein, P., et al. 1997. Evenements ENSO er hidrologie de glaciers en Bolivie. s.l. : en Seminario Internacional sobre las consecuencias del ENSO a escala regional y local., 1997. pp. 327-328.
- Seco, R. (1996). El enfoque físico – geográfico para el estudio de los peligros naturales en el ejemplo de la provincia Ciudad de la Habana. Facultad de Geografía. Universidad de La Habana. Tesis de Maestría. 89p. (Inédito)
- UNISDR. 2011. GAR 2011. Informe de evaluación global sobre la reducción del riesgo de desastres 2011. Revelar el riesgo, replantear el desarrollo. Devon, Reino Unido : Estrategia Internacional para la reducción de desastres de las Naciones Unidas (UNISDR). Green Ink, 2011.
- Válles-Moran, FJ. 2007. Jornadas Técnicas. Estudios de inundabilidad. Ordenación de escorrentías en llanuras de inundación. Estudios de inundabilidad específicos en el margo del PATRICOVA. Valencia, España : Universidad Politécnica de Valencia, 2007.
- Velis, L & Campos, N. 1991. Los Desastres en el Salvador. Una Visión Histórico-Social. Desastres por Actividad Hidrometeorológica. San Salvador, SV : Centro de Protección para Desastres, 1991. p. 87. Vol. II.
- Villagran, J. C. 1999. Experiencias y contribuciones para la preparación antes los desastres naturales en América Central: Reforzamiento de estructuras locales y sistemas de alerta temprana,. Guatemala : RELSAT. Proyecto Reforzar Estructuras Locales y Sistemas de Alerta Temprana, 1999.

Anexos

Anexo I: Glosario

Avenidas: Creciente de un río ocasionado por lluvias intensas resultando en la mayoría de los casos en el desbordamiento del agua sobre las márgenes del río y a veces puede inundar terrenos adyacentes.

Carta o mapa de inundación: Mapa que indica las zonas inundables por tsunami. Debe indicar cotas de inundación e idealmente velocidades de corriente.

Cauces: Lecho de un río o arroyo por donde normalmente fluyen las aguas. El termino cauce mayor incluye, además del lecho del río, aquellas porciones de terrenos adyacentes por el cual fluye el grueso del volumen de las aguas durante la avenida extraordinaria de un río o arroyo.

Caudal: Escorrentía total que se produce en determinada área de captación y que se expresa en volumen por unidad de tiempo.

Ciclo hidrológico: Cursos y etapas por la que pasa el agua tanto en la superficie terrestre como en la atmósfera, tales como evaporación, condensación, formación de nubes, precipitación y acumulación en la tierra o en cuerpos de agua.

Control de avenidas: Todas las acciones emprendidas para el manejo de crecidas de los ríos y la prevención de los efectos de las inundaciones mediante la operación de los embalses y otras obras hidráulicas.

Costa: Línea de orilla o borde de un territorio que da al mar o al océano, la cual está constituida por la línea de bajamar que es la marea baja promedio.

Cuenca: Territorio cuya escorrentía superficial fluye en su totalidad a través de una serie de corrientes, ríos y lagos hacia el mar por una única desembocadura, estuarios o deltas, a este caso surge la excepción, de las cuencas endorreicas, en las cuales la escorrentía fluye hasta un cuerpo de agua o sumidero final distinto del mar.

Desastre: Situación o proceso social que se desencadena como resultado de la ocurrencia de un fenómeno de origen natural, tecnológico o provocado por el hombre que, al encontrar condiciones propicias de vulnerabilidad en una comunidad, causa alteraciones intensas en las condiciones normales de funcionamiento de la sociedad, representadas por la pérdida de vida y salud de la población, la destrucción o pérdida de bienes de la colectividad y daños severos sobre el medio ambiente, requiriendo de una respuesta inmediata de las autoridades y de la población para atender los afectados y restablecer la normalidad.

Emergencia: Estado caracterizado por la alteración o interrupción intensa de las condiciones normales de funcionamiento u operación de la sociedad, causada por un evento o por la inminencia del mismo, que requiere de una reacción inmediata del personal de mayor nivel de decisión y que genera la atención o preocupación de las instituciones del Estado, los medios de comunicación y de la comunidad en general.

Estado Límite: situación de proyecto en la que una estructura o elemento estructural deja de cumplir alguna condición previamente especificada.

Mitigación: Planificación y ejecución de medidas de intervención dirigidas a reducir o disminuir el riesgo.

Prevención: La acción anticipada de reducción de la vulnerabilidad y las medidas tomadas para evitar o mitigar los impactos de eventos peligrosos o desastres son de interés público y de obligatorio cumplimiento.

Profundidad de inundación: Corresponde a la altura de la columna de agua. Se calcula como la diferencia entre la cota de inundación y la cota de terreno.

Red de monitoreo hidrológico: Conjunto de estaciones climáticas, pluviométricas e hidrométricas distribuidas sobre un territorio y equipadas e instrumentadas para la medición, colección, almacenamiento y transmisión de datos de las variables climáticas, (lluvia, temperatura, humedad, viento, evaporación, etc.), los niveles de agua de los ríos, embalses y lagos, y los parámetros de calidad de las aguas superficiales y subterráneas.

Resiliencia: Capacidad de un ecosistema o de una comunidad de absorber un impacto negativo o de recuperarse una vez ha sido afectada por un evento;

Sistema de drenaje: Infraestructura hidráulica formada por un conjunto de conductos orientados a la remoción del exceso del agua y del agua residual de predios agrícolas o urbanos.

Socavación: Erosión del terreno causada por el escurrimiento del agua.

Anexo II: Invitación a la Tormenta de Ideas.

Invitación

Estimado Participante,

Mi nombre es Laura I. Pérez Soriano alumna de Máster de Ingeniería de Estructuras, Cimentaciones y Materiales de la Universidad Politécnica de Madrid.

Realizo un trabajo de fin de master que trata de: Seguridad Estructural para Construcciones en Zonas Inundables. Criterio de Diseño. Soluciones de Minoración del Riesgo de Fallo. Dirigido por el Ing. Fernando Rodríguez López.

Tengo el placer de invitarle al Brain Storming que celebraremos el próximo viernes 13 de diciembre del 2013 a las 16 horas, en el Salón de Profesores de la Escuela de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM).

Un Brain Storming o Tormenta de Ideas es un proceso de grupo interactivo para el desarrollo común de un tema. La mayor ventaja de este método de identificación es la de “potenciar la creatividad a base de las ideas de los demás, buscar combinaciones y mejoras” (PRAM, 2004).

El planteamiento a tratar en esta actividad es: El Estudio de la seguridad estructural para edificaciones en zonas con riesgo de inundación. Para ello se identificarán los criterios de diseño (acciones e influencias) y se determinarán recomendaciones o soluciones para minimizar el riesgo de fallo.

Y en base a ellos nos complacería poder contar con su dilatada experiencia y su colaboración en esta actividad.

La duración estimada de dicha actividad será de 90 minutos.

Rogamos la confirmación de su asistencia,

Un Saludo,

Ing. Laura Pérez

-Planteamiento del Brain Storming Durante la sesión.

Concepto Brain Storming

Un Brain Storming o Tormenta de Ideas es un proceso de grupo interactivo para el desarrollo común de un tema. La mayor ventaja de este método de identificación es la de “potenciar la creatividad a base de las ideas de los demás, buscar combinaciones y mejoras” (PRAM, 2004).

Normas

Para la correcta ejecución de la sesión de tormenta de ideas, se plantean a continuación las normas a seguir para el buen desarrollo de la sesión:

- Toda idea es válida.
- No emitir juicios y/o comentarios negativos.
- Cuanto más ideas, mejor.

Concepto Inundación y Zona Inundable.

El concepto de inundación por La Directiva 2007/60/EC que normalmente no se encuentra cubierta. Por lo tanto, se incluyen las inundaciones producidas por ríos, torrentes, corrientes de agua efímeras mediterráneas e inundaciones marítimas en zonas costeras.

Así mismo la Protección Civil Española define que “Las zonas inundables son aquellas zonas normalmente secas que quedan sumergidas temporalmente, como consecuencia de una aportación inusual de agua a la que es habitual en esa zona determinada”.

Gestión de Riesgos de Inundación.

El análisis del riesgo de inundación consiste en determinar la naturaleza y extensión del riesgo existente mediante el análisis de las amenazas potenciales y evaluación de las condiciones de vulnerabilidad que pueden derivarse de la amenaza potencial, causando daños personales, a la propiedad y al medio ambiente. (SUFRI)

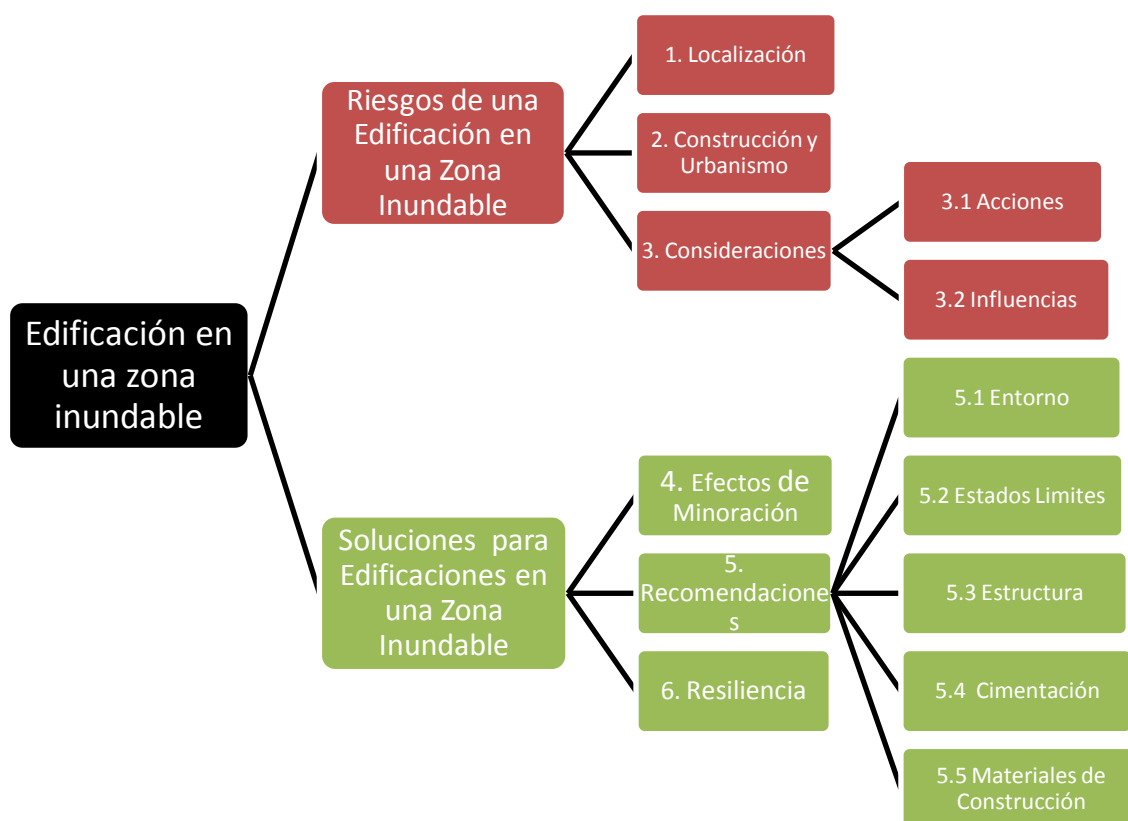
Existen numerosas medidas de reducción del riesgo de inundación. En general, se dividen en dos grupos: medidas estructurales y medidas no estructurales. Las medidas estructurales engloban todas aquellas construcciones que reducen o evitan el posible impacto de la inundación, incluyendo un amplio rango de obras de ingeniería civil, como, por ejemplo, la construcción de infraestructuras de protección y resistencia a la acción del agua, tales como diques o presas. Las medidas no estructurales incluyen políticas, concienciación, desarrollo del conocimiento, reglas de operación, así como mecanismos de participación pública e información a la población, de modo que puede reducirse el riesgo existente y los impactos derivados de la inundación (UN, 2009).

Objetivo

El planteamiento a tratar en esta actividad es: El Estudio de la seguridad estructural para edificaciones en zonas con riesgo de inundación. Para ello se identificarán los criterios de diseño (acciones e influencias) y se determinarán recomendaciones o soluciones para minimizar el riesgo de fallo.

Fases Propuestas para la definición del Brain Storming.

Para poder identificar los riesgos y recomendaciones para una edificación en una zona inundable se ha estructurado el esquema que se muestra debajo de estas líneas. Dicho esquema se ha dividido en dos partes: una primera parte con la finalidad de identificar un catalogo de riesgos derivados de la inundación debido a la localización del edificio, a la construcción y al entorno en el que está ubicado (urbanismo) y por último las acciones e influencias que ejerce la inundación sobre la construcción o edificación. Y la otra segunda parte del esquema hace referencia a las soluciones y/o recomendaciones referentes al entorno, a los estados limites, a la estructura, a la cimentación, a los materiales de construcción empleados y a la resiliencia.



Anexo III: Planteamiento de la Tormenta de Ideas durante la sesión.

Organización del Tiempo

Hora	Actividad	Organización y contenido
16h00- 16h10	Acogida e introducción.	- Presentación del contexto - Presentación de los objetivos de la reunión
16h10-16h20	Presentación de la metodología y del plan de trabajo	- Metodología del trabajo - Normas de Trabajo - Tiempo disponible
16h20 - 16h30	- Fases del proyecto de una edificación en una zona inundable.	Esquematización: de las consideraciones de un proyecto de una edificación en una zona inundable.
16h30 – 16h50	- Formulación de propuestas sobre el esquema.	- Cada persona escribe propuestas sobre las consideraciones expuestas en el esquema.
16h50 – 17h10	- Presentación de las propuestas.	- Cada persona presenta sus propuestas.
17h10 – 17h30	Conversación y validación de las propuestas.	- Examen de cada propuesta y validación o adaptación

Introducción

Buenas Tardes a todos,

Muchas gracias por asistir y colaborar en esta actividad.

Como ya les había comentado en la invitación estoy realizando mi trabajo de fin de Master sobre Seguridad Estructural para Construcciones en Zonas Inundables. Criterio de Diseño. Soluciones de Minoración del Riesgo de Fallo.

Las inundaciones son el desastre natural más destructivo en consecuencias económicas y número de víctimas. En general, estas consecuencias son especialmente importantes en áreas urbanas, donde habita la mayor parte de la población y donde pueden darse las consecuencias económicas más importantes.

El ejemplo más reciente de esto son las devastadoras inundaciones de Filipinas.

Lo más alarmante es que las tendencias a nivel global, muestran como con el paso del tiempo la cantidad de desastres socio-naturales continúa en aumento. (Basado en las proyecciones de EM-Dat)

Por lo que es necesario estudiar la manera de hacer más seguras las edificaciones para poder salvar y guardar las vidas humanas.

Concepto Inundación y Zona Inundable.

El concepto de inundación por La Directiva 2007/60/EC que normalmente no se encuentra cubierta. Por lo tanto, se incluyen las inundaciones producidas por ríos, torrentes, corrientes de agua efímeras mediterráneas e inundaciones marítimas en zonas costeras.

Así mismo la Protección Civil Española define que “Las zonas inundables son aquellas zonas normalmente secas que quedan sumergidas temporalmente, como consecuencia de una aportación inusual de agua a la que es habitual en esa zona determinada”.

Gestión de Riesgos de Inundación.

El análisis del riesgo de inundación consiste en determinar la naturaleza y extensión del riesgo existente mediante el análisis de las amenazas potenciales y evaluación de las condiciones de vulnerabilidad que pueden derivarse de la amenaza potencial, causando daños personales, a la propiedad y al medio ambiente. (SUFRI)

Existen numerosas medidas de reducción del riesgo de inundación. En general, se dividen en dos grupos: medidas estructurales y medidas no estructurales. Las medidas estructurales engloban todas aquellas construcciones que reducen o evitan el posible impacto de la inundación, incluyendo un amplio rango de obras de ingeniería civil, como, por ejemplo, la construcción de infraestructuras de protección y resistencia a la acción del agua, tales como diques o presas. Las medidas no estructurales incluyen políticas, concienciación, desarrollo del conocimiento, reglas de operación, así como mecanismos de participación pública e información a la población, de modo que puede reducirse el riesgo existente y los impactos derivados de la inundación (UN, 2009).

Objetivo

El planteamiento a tratar en esta actividad es: El Estudio de la seguridad estructural para construcciones en zonas con riesgo de inundación. Para ello se identificarán los criterios de diseño (acciones e influencias) y se determinarán recomendaciones y/o soluciones para minimizar el riesgo de fallo.

Concepto Brain Storming

Un Brain Storming o Tormenta de Ideas es un proceso de grupo interactivo para el desarrollo común de un tema. La mayor ventaja de este método de identificación es la de “potenciar la creatividad a base de las ideas de los demás, buscar combinaciones y mejoras” (PRAM, 2004).

Normas

Para la correcta ejecución de la sesión de tormenta de ideas, se plantean a continuación las normas a seguir para el buen desarrollo de la sesión:

- Toda idea es válida.
- No emitir juicios y/o comentarios negativos.
- Cuanto más ideas, mejor.

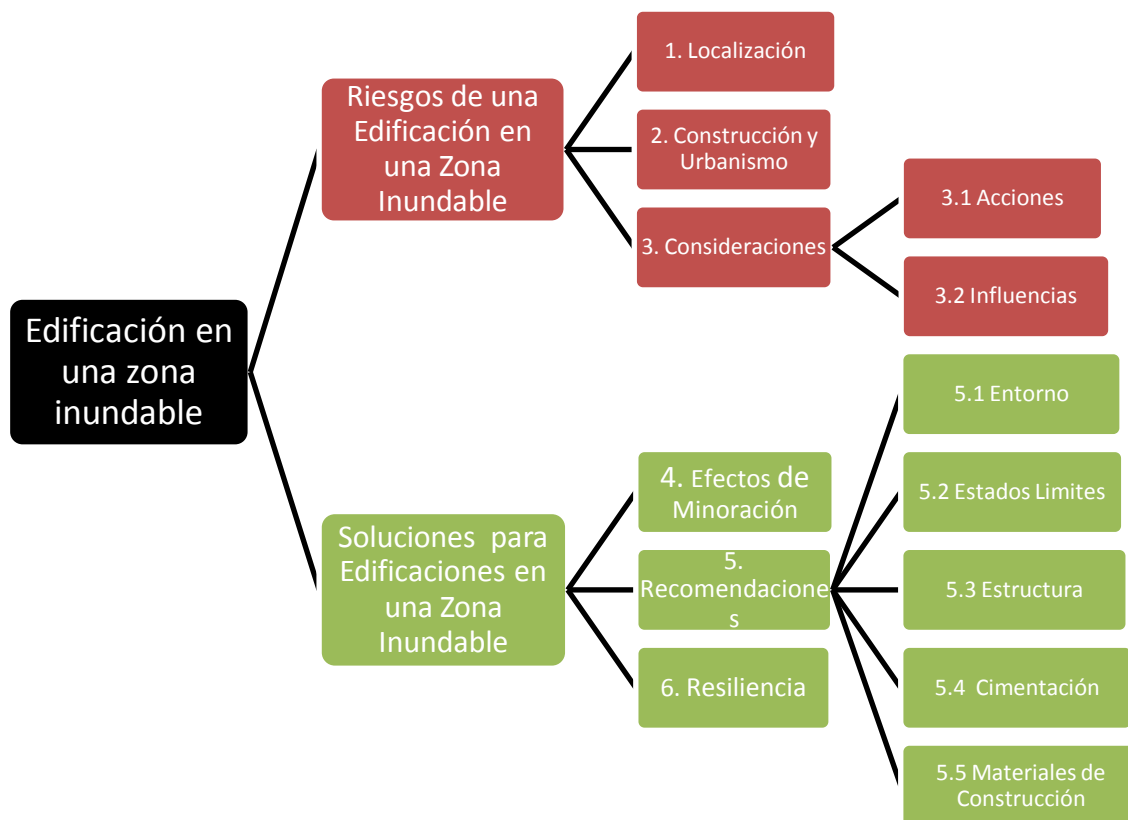
Tiempo

La duración estimada de dicha actividad será de 90 minutos.

Fases Propuestas para la definición del Brain Storming.

Para poder identificar los riesgos y recomendaciones para una edificación en una zona inundable se ha estructurado el esquema que se muestra debajo de estas líneas. Dicho esquema se ha dividido en dos partes: una primera parte con la finalidad de identificar un catálogo de riesgos derivados de la inundación debido a la localización del edificio, a la

construcción y al entorno en el que está ubicado (urbanismo) y por último las acciones e influencias que ejerce la inundación sobre la construcción o edificación. Y la otra segunda parte del esquema hace referencia a las soluciones y/o recomendaciones referentes al entorno, a los estados limites, a la estructura, a la cimentación, a los materiales de construcción empleados y a la resiliencia.



Anexo IV: Encuesta Modelo.

ENCUESTA: GESTION DE RIESGOS DE EDIFICACIONES EN ZONAS INUNDABLES. CONSIDERACIONES Y RECOMENDACIONES ESTRUCTURALES

Esta encuesta está enmarcada dentro de un proyecto de investigación de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Madrid (UPM) con el propósito de identificar consideraciones (acciones, influencias, estados límites) y recomendaciones estructurales, para minimizar el riesgo de fallo de edificaciones en zonas con riesgo de inundación.

La encuesta tiene por objetivo principal identificar una lista de riesgos y recomendaciones para una edificación en una zona inundable.

El tiempo necesario para la realización de esta encuesta es de aproximadamente 25 minutos. Sus respuestas permitirán identificar consideraciones y acciones sobre la base de sus conocimientos técnicos específicos en función de sus ámbitos de competencia.

El cuestionario relleno debe devolverse a: laura_ips@hotmail.com, con asunto: “encuesta riesgo de inundación”.

Para cualquier información complementaria, estamos a su disposición tanto Laura Pérez (IC) como Fernando Rodríguez López (Prof. Dr. ICCP) en el teléfono: 91 336 76 32.

El plazo para la contestación de la encuesta es hasta el _____. Le agradecemos por anticipado su contribución.

CONTEXTO DE LA ENCUESTA

El análisis del riesgo de inundación consiste en determinar la naturaleza y extensión del riesgo existente mediante el análisis de las amenazas potenciales y evaluación de las condiciones de vulnerabilidad que pueden derivarse de la amenaza potencial, causando daños personales, a la propiedad y al medio ambiente. (SUFRI)

Existen numerosas medidas de reducción del riesgo de inundación. En general, se dividen en dos grupos: medidas estructurales y medidas no estructurales. Las medidas estructurales engloban todas aquellas construcciones que reducen o evitan el posible impacto de la inundación.... Las medidas no estructurales incluyen políticas, concienciación, desarrollo del conocimiento, reglas de operación, así como mecanismos de participación pública e información a la población, de modo que puede reducirse el riesgo existente y los impactos derivados de la inundación (UN, 2009).

En general para evaluar o diseñar una construcción en una zona inundable hay que tomar en consideración 6 puntos importantes que son: (1) La localización; (2) La forma de Construcción y el Urbanismo; (3) Consideraciones (Acciones e Influencias); (4) Efectos de Minoración; (5) Recomendaciones o Soluciones Estructurales (Entorno, Estados Límites, Estructuras, Cimentación y Materiales de Construcción), Y (6) Resiliencia.

Es en este marco del desarrollo de esta encuesta se desea completar 6 listas donde se identifiquen dichos puntos importantes para cualquier proyecto de edificación en una zona inundable, donde el principal objetivo es la propuesta por parte de los encuestados de nuevas e importantes consideraciones para medir, evaluar y diseñar proyectos en este ámbito.

CUESTIONARIO

Se tratará toda la información de manera confidencial.

DATOS PERSONALES

Su profesión es:

- | | |
|--|---|
| ☐ Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos | ☐ Promotor |
| ☐ Ingeniero Técnico de Obras Públicas | ☐ Geólogo / Ingeniero Geólogo |
| ☐ Especialista en Gestión de Riesgos de la Construcción | ☐ Arquitecto |
| ☐ Hidrólogo | ☐ Otro: (escriba lo que proceda) |

¿En qué sector trabaja usted?:

- | | |
|--|--|
| ☐ Construcción | ☐ Mantenimiento de infraestructuras |
| ☐ Diseño de proyectos de ingeniería civil | ☐ Calculista de estructuras |
| ☐ Consultoría y/o Enseñanza | ☐ Control y Supervisión de Obras |
| ☐ Proyectos de Gestión y Planificación. | ☐ Proyectos de Investigación |
| ☐ Geología / geotecnia | ☐ Ordenación del Territorio |
| ☐ Fabricación / suministro de materiales | ☐ Otro: (escriba lo que proceda) |

Trabaja usted en:

- ☐ El sector público ☐ El sector privado Otro: (escriba lo que proceda)

	Experiencia Profesional	Experiencia en el ámbito de la encuesta (Edificaciones en zonas inundables)
Experiencia en nº de años		

País en que trabaja Usted:

Ciudad en que trabaja Usted:

EDIFICACION EN UNA ZONA INUNDABLE

FASE 1

Proponer Riesgos respecto a la Localización; a la Forma de Construcción y Urbanismo; a las Consideraciones (acciones, influencias); Y soluciones respecto a los efectos de minoración; recomendaciones (entorno, estados limites, estructura, cimentación y materiales de construcción); y resiliencia. Para que estas sean valoradas y que además se aporten otras ideas y que a su vez se valoren también.

Para cada una de ellas (tanto las ya propuestas como las nuevas escritas en los espacios vacíos) deberá indicar el grado de importancia que se concede en una escala de 0 a 6.

0 equivale a que el riesgo y/o recomendación no debe tenerse en cuenta en la evaluación y el diseño de un proyecto de edificación en una zona inundable.

6 significa que este riesgo y/o recomendación tiene la importancia más alta en la evaluación y el diseño de un proyecto de edificación en una zona inundable.

Set de Riesgos

1. Localización	Valoración	Observación
Existe riesgo de inundación para edificaciones emplazadas en zonas donde la velocidad del flujo sea superior a 1 m/s.	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	

2. Construcción y Urbanismo.	Valoración	Observación
Riesgo de inundación en edificaciones debido a problemas de drenaje, ya que los colectores no son capaces de evacuar toda el agua de inundación.	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	

3. Consideraciones	Valoración	Observación
3.1 Acciones	-	-
Riesgo de inestabilidad estructural por la presión del agua de inundación en elementos estructurales.	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
3.2 Influencias	-	
Riesgo de socavación en el suelo alrededor del cimiento.	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	

Set de Recomendaciones

4. Efectos de Minoración.	Valoración	Observación
Establecer planes de ordenamiento del territorio con el fin de regular las zonas que sean inundables.	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	

5. Respecto a las Recomendaciones Estructurales.	Valoración	Observación
5.1 Entorno	-	
Es necesario conocer la ubicación y la orientación de la edificación a cualquier flujo.	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
5.2 Estados Limites	-	
Se debe considerar el Efecto Dómino, en que el edificio pueda desprenderse y afectar a un edificio vecino.	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
5.3 Estructura		
Elevar las edificaciones mediante fundaciones abiertas que consisten en elementos de soporte de carga vertical (columnas, pilares y muros de corte) sin muros sólidos que conecten los elementos verticales. Este diseño siempre teniendo en cuenta las cargas hidrodinámicas, los residuos y los impactos.	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	

5. Respecto a las Recomendaciones Estructurales.	Valoración	Observación
5.4 Cimentación	-	
Fundar la cimentación en el mismo estrato de suelo o roca. Siempre que este estrato sea suficientemente firme.	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
5.5 Materiales de Construcción	-	
Materiales inaceptables: materiales que absorban o retengan excesivamente el agua cuando estén sumergidos.	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	

5. Resiliencia	Valoración	Observación
Instalar circuitos eléctricos independientes, para que en el área de que pueda estar inundada se pueda cerrar el servicio eléctrico para evitar la electrocución.	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	
	☐	