

# GUÍA PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LOS EDIFICIOS FRENTE A LAS INUNDACIONES





# GUÍA PARA LA REDUCCIÓN DE LA VULNERABILIDAD DE LOS EDIFICIOS FRENTE A LAS INUNDACIONES



Madrid, 2017

Edita: Consorcio de Compensación de Seguros

Distribución gratuita

NIPO (papel): 057-17-050-1

NIPO (línea): 057-17-051-7

DL: M 17012-2017

## **EQUIPO REDACTOR**

---

La redacción de esta guía se integra en el Convenio firmado, por el Consorcio de Compensación de Seguros, entidad pública empresarial del Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente, para el desarrollo de varias medidas de reducción del riesgo por inundación incluidas en los planes de gestión del riesgo de inundaciones.

El equipo redactor está constituido por (en orden alfabético):

- D. Alfonso Manrique Ruíz
- D. Alfonso Nájera Ibáñez
- D. Carlos Escartín Hernández
- D. Carlos Moreno Fernández
- Dña. Elena Martínez Bravo
- D. Francisco Espejo Gil
- D. Francisco Javier Sánchez Martínez
- Dña. Mónica Aparicio Martín
- Dña. Silvia Cordero Rubio
- Dña. Sonsoles González González



## AGRADECIMIENTOS

---

Agradecemos la colaboración a nuestros muchos compañeros que nos han proporcionado valoraciones y revisiones de gran ayuda, y han estimulado interesantes debates en torno a varios aspectos de la guía y a aquellas personas, empresas u organismos que han aportado información gráfica para ilustrar y enriquecer el texto (en orden alfabético):

Agencia Ambiental (EA), Agencia Federal de Gestión de Emergencias (FEMA), Aggères, Alex Gracia Tarragona (Agencia Catalana del Agua), Andrés Díez Herrero (IGME), Ariane Álvarez Seco (Dirección General de Protección Civil y Emergencias), CAG Canalizaciones, Carmen González Galán, Centro Europeo para la Prevención de Riesgos de Inundación (CEPRI), César Pérez Martín (Gobierno de Navarra), Christine Andrés Moreno (KV Ingeniería), Denios, Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA), Digebis, Enrique de Mora Jiménez, Fernando Mendizábal Carrillo<sup>1</sup>, Flood Control Internacional, Floodgate, Gloria Robles Nobre (Tragsatec), Gordon Hatton, Gregorio Pascual Santamaría (Dirección General de Protección Civil y Emergencias), IBS engineered products, Ingeliur, José Fermín Galilea Pascual (Protección Civil del Gobierno de La Rioja), José García Rodríguez (CHS), M<sup>a</sup> Fernanda Arbaizar Barrios (DG de Seguridad Ciudadana y Emergencias de la Región de Murcia), M<sup>a</sup> Luisa Moreno Santaengracia (Confederación Hidrográfica del Ebro), Manuel Cayuela López (Euroestudios), Mario Losáñez Tejedor (Arantec), Noah Water Secure Systems, Rafael Poyato Salamanca (Confederación Hidrográfica del Guadalquivir), Ryst, Sofía González López (Unidad de Protección Civil de la Delegación del Gobierno en Murcia), Stefan Malsch, Tandem HSE y Unidad Militar de Emergencias (UME)

---

<sup>1</sup> Fernando Mendizábal, ingeniero agrónomo con 22 años de experiencia, cuya trayectoria profesional se desarrolló en el campo de la hidrológica e hidráulica y especialmente en la disminución de los daños que producen las inundaciones por todo el mundo (R.I.P.).

## PRÓLOGO

---

Con frecuencia se producen inundaciones, muchas veces con consecuencias graves, que ponen de manifiesto la necesidad de aprender a convivir y gestionar este riesgo para reducir al máximo posible los daños originados por el agua. Las inundaciones son el riesgo natural que produce en España mayores daños económicos y pérdidas de vidas humanas.

La Directiva 2007/60/CE de la Comisión Europea, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, traspuesta a la legislación española mediante el Real Decreto 903/2010 de evaluación y gestión de riesgos de inundación, obliga a los Estados miembros a elaborar, aprobar e implantar los **planes de gestión del riesgo de inundación (PGRIs)**. Uno de los objetivos de esta regulación es lograr una actuación coordinada de todas las administraciones públicas y la sociedad para reducir las consecuencias negativas de las inundaciones sobre la salud y la seguridad de las personas y de los bienes, así como sobre el medio ambiente, el patrimonio cultural, la actividad económica y las infraestructuras. Esta actuación coordinada queda reflejada en el Programa de Medidas de los PGRIs para la disminución del riesgo.

En este contexto se firmó, con fecha 1 de junio de 2016, el convenio de colaboración entre el Consorcio de Compensación de Seguros, entidad pública empresarial adscrita al Ministerio de Economía, Industria y Competitividad y la Dirección General del Agua del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente para el desarrollo de medidas de prevención y mitigación del riesgo de inundación incluidas en los planes de gestión del riesgo de inundación. Una de las actuaciones contempladas en dicho convenio consiste en la elaboración de una guía sobre la reducción de vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones.

El propósito de esta guía es ayudar a comprender la causa y efecto de los problemas causados por una inundación en un edificio o instalación y orientar sobre el modo de disminuir los daños. No pretende resolver toda la casuística que se pudiera presentar, pero sí proporcionar un catálogo de posibles soluciones facilitando referencias a otras fuentes de información.

Actualmente se utiliza el concepto de **resiliencia** para designar la capacidad de prepararse, enfrentarse a la ocurrencia de un fenómeno o suceso peligroso, en este caso una inundación, y recuperarse de sus efectos. Este concepto se puede aplicar a edificaciones, infraestructuras, materiales, ciudades o personas. La guía es una medida que responde al objetivo de los PGRIs de *“Mejorar la resiliencia y disminuir la vulnerabilidad de los elementos ubicados en las zonas inundables”*.

Para su redacción se han consultado otras guías similares. En el ámbito europeo se han revisado las editadas en Francia, Reino Unido y Países Bajos, que cuentan con una experiencia de varios años en este tipo de trabajos. Dentro de estos países, en el tema de la prevención y la gestión de las inundaciones, destaca el trabajo que realizan organizaciones como el Centro Europeo para la Prevención de Riesgos de Inundación (CEPRI) o la Agencia del Medio Ambiente (EA) del Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales (DEFRA) de Reino Unido. Otras fuentes de información importantes, y en las que se apoyan casi todos los documentos analizados, son las guías de la Agencia Federal de Gestión de Emergencias (FEMA) de los Estados Unidos de América, país pionero en la reducción de la vulnerabilidad del riesgo de inundación.



Portadas de las principales guías consultadas.

Tras la consulta y el análisis de este amplio abanico de guías de ámbito internacional se ha concluido que los objetivos, los enfoques y los alcances descritos en ellas presentan una amplia heterogeneidad. Ninguna de ellas desarrolla al mismo nivel todos los contenidos de la presente guía, por lo que han sido consideradas de forma parcial. Los capítulos de aplicación han sido revisados y adaptados ya que las características orográficas, sociales, económicas, legales y administrativas de cada país son diferentes.

Para su redacción final se ha contado con la experiencia de los equipos de la **Dirección General del Agua (DGA)**, del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente; del **Consortio de Compensación de Seguros (CCS)**, entidad pública empresarial adscrita al Ministerio de Economía, Industria y Competitividad, y de la **Dirección General de Protección Civil y Emergencias (DGPCyE)**, del Ministerio del Interior. La empresa INCLAM se ha encargado de diseñar la estructura, redactar los textos y recopilar las imágenes.

La **guía se desarrolla en cinco bloques temáticos** bien diferenciados:

- En el **PRIMER BLOQUE** se ofrece al lector una **visión general de la guía y de los conceptos esenciales**, que serán la base para la comprensión de los siguientes bloques temáticos.
- En el **SEGUNDO BLOQUE** se proporcionan las herramientas principales para saber si un edificio puede estar afectado por una inundación, a fin de **tomar conciencia del riesgo**.
- En el **TERCER BLOQUE** se aborda el **diagnóstico del problema**. Se orientará sobre los posibles daños que pueden ocasionar las inundaciones en un edificio o instalación.
- En el **CUARTO BLOQUE** se aportan posibles **soluciones y medidas** para mitigar los potenciales daños, cuáles son los métodos más adecuados para ello y, por último, cómo planificar una estrategia para estar preparado, adaptado y con capacidad de reacción y de recuperación ante un evento.
- Finalmente, en el **QUINTO BLOQUE** se aborda la **fase de la emergencia**. Por un lado, se exponen las reglas básicas de actuación en las tres fases de la emergencia: antes, durante y después de la inundación y, en segundo lugar, se orienta al usuario en los pasos a dar en la recuperación de los daños sufridos.

Como complemento, los bloques temáticos se acompañan de los varios **apéndices** que proporcionan información específica más desarrollada.



## ACRÓNIMOS

---

<b>AEMET</b>	Agencia Estatal de Meteorología
<b>ARPSI</b>	Área de Riesgo Potencial Significativo de Inundación
<b>BOE</b>	Boletín Oficial del Estado
<b>CCS</b>	Consortio de Compensación de Seguros
<b>CEPRI</b>	Centro Europeo para la Prevención de Riesgos de Inundación
<b>CHE</b>	Confederación Hidrográfica del Ebro
<b>CHG</b>	Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
<b>CHS</b>	Confederación Hidrográfica del Segura
<b>CNIH</b>	Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas
<b>DEFRA</b>	Departamento de Medio Ambiente, Alimentación y Asuntos Rurales de Reino Unido
<b>DG</b>	Dirección General
<b>DGPCyE</b>	Dirección General de Protección Civil y Emergencias
<b>DMA</b>	Directiva Marco del Agua (Directiva 2000/60/CE)
<b>DPH</b>	Dominio público hidráulico
<b>DPMT</b>	Dominio público marítimo terrestre
<b>EA</b>	Agencia del Medio Ambiente de Reino Unido
<b>EPRI</b>	Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación
<b>FEMA</b>	Agencia Federal de Gestión de Emergencias de EE.UU.
<b>MAPAMA</b>	Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente
<b>MRDPH</b>	Modificación del Reglamento del dominio público hidráulico
<b>PGRI</b>	Plan de Gestión del Riesgo de Inundación
<b>RD</b>	Real Decreto
<b>RDL</b>	Real Decreto Legislativo
<b>RDPH</b>	Reglamento del dominio público hidráulico
<b>SAI</b>	Sistema de Alimentación Ininterrumpida
<b>SNCZI</b>	Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables
<b>TRLA</b>	Texto refundido de la Ley de Aguas
<b>UCLM</b>	Universidad de Castilla La Mancha
<b>UE</b>	Unión Europea
<b>UME</b>	Unidad Militar de Emergencias

# TABLA DE CONTENIDOS

---

## Memoria

<b>1. VISIÓN GENERAL DE LA GUÍA Y CONCEPTOS BÁSICOS</b>	<b>10</b>
1.1. Introducción	10
1.2. Objetivos de la guía	10
1.3. Para qué sirve la guía	11
1.4. Conceptos básicos	12
1.4.1. ¿Qué es una inundación? Tipos	12
1.4.2. Peligrosidad, exposición, vulnerabilidad y riesgo de inundación	14
1.4.3. Las 3 dimensiones de la vulnerabilidad de un edificio	17
1.5. Marco de referencia	17
1.5.1. Normativa básica sobre ordenación del territorio y riesgo de inundación	17
1.5.2. Planificación: planes de gestión del riesgo de inundación, planes especiales de protección civil ante el riesgo de inundaciones y planes de ordenación territorial	19
<b>2. CÓMO SABER SI UN EDIFICIO ESTÁ EN ZONA INUNDABLE</b>	<b>23</b>
2.1. Inundaciones históricas	23
2.2. Cartografía de zonas inundables	25
2.3. Si no hay información	26
<b>3. IDENTIFICACIÓN DE LOS POSIBLES DAÑOS QUE PUEDEN PRODUCIRSE</b>	<b>27</b>
3.1. Identificación e inventario de los puntos débiles por los que puede entrar el agua	27
3.1.1. Revisión de los elementos que pueden permitir la entrada de agua	27
3.1.2. Comprobación de la estabilidad y resistencia de los elementos estructurales frente a la acción del agua	28
3.2. Inspección e inventario de los elementos de valor del edificio	30
3.3. Diagnóstico del riesgo actual	30
<b>4. ALTERNATIVAS PARA LA DISMINUCIÓN DE LOS DAÑOS</b>	<b>34</b>
4.1. Métodos de mitigación de los daños en edificaciones existentes	34
4.1.1. EVITAR que el agua alcance el edificio	35
4.1.2. RESISTIR a la entrada de agua en el edificio	39
4.1.3. TOLERAR la inundación adaptando el interior del edificio	43
4.1.4. RETIRAR fuera de la zona inundable	46

4.2.	Métodos de mitigación de los daños en equipamientos y servicios . . . . .	46
4.2.1.	ELEVAR el equipamiento por encima del nivel de inundación . . . . .	47
4.2.2.	REUBICAR el equipamiento . . . . .	47
4.2.3.	PROTEGER el equipamiento . . . . .	48
4.3.	Métodos de mitigación de los daños a personas y bienes . . . . .	49
4.4.	Selección de alternativas para reducir la vulnerabilidad . . . . .	51
4.4.1.	Reducción de posibles opciones . . . . .	52
4.4.2.	Análisis de alternativas y elección de la solución óptima . . . . .	53
4.5.	Esquema del plan de acción . . . . .	56
<b>5.</b>	<b>EN CASO DE EMERGENCIA . . . . .</b>	<b>57</b>
5.1.	¿Cómo saber si hay una situación de alerta por inundación? Vigilancia, predicción, alertas y avisos . . . . .	57
5.2.	Autoprotección civil de las personas y bienes . . . . .	59
5.2.1.	Antes (pre-emergencia) . . . . .	59
5.2.2.	Durante la inundación . . . . .	60
5.2.3.	Después de la inundación . . . . .	61
5.3.	Vuelta a la normalidad . . . . .	62
5.4.	Indemnizaciones, ayudas y subvenciones y otras posibilidades de financiación para la vuelta a la normalidad . . . . .	64
5.4.1.	Indemnizaciones del Consorcio de Compensación de Seguros . . . . .	64
5.4.2.	Ayudas o subvenciones de la Administración General del Estado . . . . .	66

## Apéndices

Apéndice 1.	Catálogo de medidas . . . . .	70
Apéndice 2.	Ejemplos prácticos para identificar el riesgo de inundación de una zona en el CNIH y en el SNCZI . . . . .	75
Apéndice 3.	Ejemplo teórico de un plan de acción. Valoración económica . . . . .	78
Apéndice 4.	Materiales de construcción resistentes al agua. . . . .	88
Apéndice 5.	Planificación estratégica: organización y preparación. Instrumento de autoevaluación . . .	89
Apéndice 6.	Bibliografía y direcciones webs de interés . . . . .	93
Apéndice 7.	Lista de figuras y tablas . . . . .	98

# 1. VISIÓN GENERAL DE LA GUÍA Y CONCEPTOS BÁSICOS

## 1.1. Introducción

Las inundaciones en España constituyen el riesgo natural que ha generado los daños materiales más graves y el mayor número de pérdidas de vidas humanas. Por ello se conservan multitud de referencias históricas. Los episodios catastróficos por esta causa se extienden prácticamente por todo el territorio nacional, con mayor o menor frecuencia e intensidad según las zonas.

**Cada año se producen en España una media de 10 episodios graves de inundación.** Según el Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) y la Dirección General de Protección Civil y Emergencias (DGPCyE), las inundaciones han causado la muerte de 312 personas en los últimos 20 años y daños materiales por valor de unos 800 millones de euros al año. Las indemnizaciones del seguro por daños materiales causados por las inundaciones, sin incluir explotaciones agropecuarias, ascendieron a 5.826 millones de euros entre 1971 y 2016, en valores actualizados a euros de 2016.

A modo de ejemplo, cabe destacar que solo en bienes asegurados, en el periodo 1987-2016, según las estadísticas del CCS, el 48,7% de los expedientes tramitados se deben a daños por inundaciones, que han supuesto el 72% del total de las indemnizaciones, las cuales, de media, suponen más de 160 millones de euros cada año.

De acuerdo con los mapas del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medio Ambiente (MAPAMA), se estima que alrededor de **3 millones de españoles viven en zonas de alto riesgo de inundación** identificadas en los trabajos de implantación de la Directiva de Inundaciones.



Figura 1. Inundaciones de 2010, río Guadalquivir (Córdoba). Fuente: CHG.

Las inundaciones son fenómenos de origen natural que en muchos casos no pueden evitarse. Se pueden reducir los impactos de las inundaciones pero en la mayoría de las ocasiones no es posible eliminarlos del todo, por muy elevadas que sean las inversiones en infraestructuras de defensa. Es necesario asumir la convivencia con ellas, aprender de cada evento y estar preparados para el siguiente. En definitiva, hay que adaptarse.

Esta adaptación se consigue aplicando medidas de reducción del riesgo planificadas coordinadamente, cuyos efectos redunden en la **construcción de una sociedad resiliente**. La responsabilidad de este conjunto de medidas es compartida e implica desde las distintas administraciones públicas hasta al mismo **ciudadano, que está obligado a protegerse**.

La **adaptación** al riesgo de inundación consiste en la aplicación de medidas de **prevención, protección, preparación y recuperación** que permitan construir una **sociedad resiliente**.

## 1.2. Objetivos de la guía

El objetivo de la guía es **aumentar la comprensión sobre el comportamiento y las consecuencias de las inundaciones, fomentar el compromiso de la sociedad en la autoprotección y, con ello, en la reducción del riesgo, mediante la disminución de la vulnerabilidad de personas y bienes y el aumento de la resiliencia de edificios en zonas con riesgo de inundación.**

Esta guía pretende, así, ofrecer una **herramienta** para materializar dicha reducción del riesgo a través de la recomendación de pautas y soluciones que se pueden acometer para minimizar las pérdidas ocasionadas por las inundaciones en las edificaciones.

Como objetivos parciales se establecen los siguientes:

1. Identificar y recordar las responsabilidades del propietario, usuario y/o responsable de un edificio, local, vivienda o instalación.
2. Concienciar sobre la necesaria convivencia con las inundaciones y sobre el reto insoslayable de mitigar los efectos de las inundaciones entre todos.
3. Identificar el riesgo de inundación al que se está expuesto y realizar el diagnóstico de la situación actual.
4. Identificar las acciones para protegerse de una inundación y decidir cuál es el método más adecuado.
5. Identificar posibles acciones para recuperarse de una inundación y la importancia de disponer de una póliza de seguro.
6. Conocer los sistemas de indemnizaciones, ayudas económicas, subvenciones y otras medidas de recuperación.

### 1.3. Para qué sirve la guía

Esta guía se ha elaborado como herramienta de orientación especialmente destinada a los propietarios, usuarios o responsables de edificios, o partes de ellos (viviendas, comercios, instalaciones, colegios, hospitales, etc.).

No se trata de una guía dirigida específicamente a ingenieros, arquitectos, contratistas de construcción o técnicos con habilidades en estos campos. No es un manual técnico de diseño o construcción. En caso de necesitar profundizar en dichos conocimientos se incluye en el *apéndice 6 (Bibliografía y direcciones webs de interés)*, un listado de referencias nacionales e internacionales.

Si como propietario de una vivienda o negocio, o como responsable de un edificio público, etc., éste se encuentra en zona de riesgo, es recomendable tomar medidas para protegerse o recuperarse de una inundación. Dichas medidas dependen tanto de las condiciones, tipología y situación del edificio como de las características de la inundación. Es necesario conocer qué métodos de protección y recuperación existen, cómo funcionan, cuánto pueden costar y si satisfarán las necesidades que, en tal sentido, se presente en cada caso. **Esta guía cubre todos estos aspectos y proporciona además nociones básicas sobre los peligros de las inundaciones y sobre los daños que puede causar el agua.**

La guía está focalizada en la **protección de edificios existentes en zonas inundables aplicando medidas al propio edificio o parcela**. No incluye medidas que modifiquen el proyecto de urbanización o los planes de ordenación municipal. Tampoco incluye soluciones generales como encauzamientos de río, diques de protección costera o ampliación y mejora de la capacidad de saneamiento.



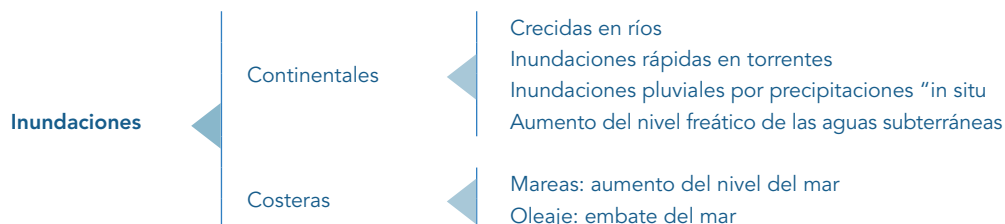
Figura 2. Arriba: barreras anti-inundaciones instaladas en el Museo Van Abbe de Eindhoven (Países Bajos). Fuente: Aggères. Abajo: compuertas FloodGate, Fuente: FloodGate.

## 1.4. Conceptos básicos

### 1.4.1. ¿Qué es una inundación? Tipos

Una inundación es la ocupación por el agua de zonas que habitualmente están libres de ésta, a consecuencia de desbordamiento de ríos o ramblas, lluvias torrenciales, deshielo, subida de las mareas por encima del nivel habitual, ascenso del nivel freático, embates de mar, maremotos, etc.

Las inundaciones naturales son básicamente de dos tipos: continentales, en las que aguas dulces anegan el territorio, y costeras, en las que las responsables de la inundación son las aguas marinas.



Las **inundaciones continentales** se originan por el desbordamiento de ríos, arroyos, torrentes, etc. (denominadas inundaciones **fluviales**), por la escorrentía generada por la propia precipitación "in situ" (denominadas inundaciones **pluviales**) o por la subida del nivel freático por encima de la superficie del terreno.

Las principales causas de las inundaciones fluviales son las lluvias, la fusión rápida de nieve o una combinación de ambas. El agua que escurre por el territorio se va concentrando en los cauces. Cuando la cantidad de agua transportada excede la capacidad del cauce se produce su desbordamiento, abriéndose nuevas corrientes de agua en las llanuras de inundación. Cuando el agua discurre desbordada y alcanza la zona urbana la corriente o corrientes suelen discurrir por las calles de mayor pendiente.



Figura 3. Arriba: inundaciones fluviales de 2010, río Guadalquivir en Almodóvar del Río (Córdoba). Fuente: CHG. Abajo: inundaciones fluviales de 2003, río Arga en Peralta (Navarra). Fuente: Gobierno de Navarra.

Las inundaciones **fluviales** pueden moverse lentamente cuando el terreno tiene una pendiente suave, o con rapidez, como es el caso de las inundaciones **rápidas en torrentes** (también denominadas *flash flood*).

En ocasiones el origen de las inundaciones no tiene vinculación con la red de cauces. A este tipo de inundaciones pertenecen aquellas que se producen debido a



Figura 4. Inundaciones rápidas. Río Nere en la población de Vielha (Lleida). Fuente: Mario Losáñez, Arantec.



Figura 5. Inundaciones pluviales de marzo 2015, Alcira (Valencia). Fuente: CCS.

la precipitación “in situ” (pluviales) o al aumento del nivel freático de las aguas subterráneas por encima de la superficie del terreno.

En el caso de las inundaciones pluviales por precipitación “in situ”, dependiendo de la pendiente del terreno, se pueden ocasionar encharcamientos en zonas llanas o endorreicas, o flujos de agua con velocidades altas en zonas con pendientes elevadas.

En cuanto a las **inundaciones costeras**, las causas principales son el aumento del nivel del mar o el oleaje (grandes olas impulsadas hacia el interior por el viento) durante tormentas o temporales. Este tipo de inundaciones afectan principalmente a las zonas costeras con escaso relieve.

Las inundaciones son fenómenos naturales que en numerosas ocasiones no pueden evitarse. No obstante, algunas actividades humanas y el cambio climático están contribuyendo a aumentar las probabilidades de que ocurran, así como su impacto negativo.



Figura 6. Inundaciones costeras. Playa de Salinas, Castrillón (Asturias), 2013. Fuente: Inclam.



Figura 7. Paisaje acarcavado en Barrancas de Burujón (Toledo). Fuente: Inclam.



Figura 8. Arriba: edificación construida invadiendo el encauzamiento, Alginet (Valencia). Fuente: Inclam. Abajo: drenaje insuficiente en la carretera NA-115, Peralta (Navarra). Fuente: Gobierno de Navarra.

Existen varios factores que aumentan los daños producidos por las inundaciones, como son: la deforestación de la cuenca de aportación a los cauces, la erosión de los suelos, los obstáculos al flujo del agua, la ocupación de las llanuras aluviales, la urbanización y los drenajes inadecuados, las carencias en la planificación del territorio, las limitaciones en los avisos a la población en caso de emergencia o el cambio climático.

### 1.4.2. Peligrosidad, exposición, vulnerabilidad y riesgo de inundación

Para analizar los métodos de reducción del impacto que puede sufrir un edificio o instalación al inundarse, hay que comenzar por valorar el riesgo. Se define el **riesgo de inundación** como la posibilidad de que se produzcan daños a personas, bienes o servicios como consecuencia de una inundación.

El nivel de **riesgo de inundación** es la combinación de tres componentes: **la peligrosidad, la exposición y la vulnerabilidad**.

$$\text{Riesgo} = \text{peligrosidad} * \text{exposición} * \text{vulnerabilidad}$$

A continuación se definen el riesgo y sus tres componentes:

<b>Riesgo</b>	Daños potenciales que pueden sufrir las personas, los bienes, el edificio, los equipamientos y servicios, actividades económicas, el patrimonio, el medio ambiente, etc. debido a una inundación.
<b>Peligrosidad</b>	Probabilidad de que ocurra una inundación, dentro de un intervalo de tiempo determinado y en una zona concreta del territorio. Evalúa las características de la inundación, por ejemplo la frecuencia, la intensidad y la magnitud con que se produce.
<b>Exposición</b>	Conjunto de personas o elementos expuestos a una posible inundación, en una zona y periodo de tiempo determinado.
<b>Vulnerabilidad</b>	Condiciones y características de las personas y los elementos expuestos a la inundación que les hace más susceptibles de sufrir daños. Está determinada por factores y procesos físicos, ambientales, sociales, económicos y administrativos.

Así pues, puede darse el caso de que una inundación, siendo muy peligrosa (gran extensión de la zona inundable, el agua alcanza altos niveles y velocidades, tiempos de permanencia del agua de larga duración, etc.) no afecte a una zona vulnerable (zonas pobladas, industrias, zonas de interés medioambientales, etc.) por lo que supone un riesgo bajo o nulo. Y viceversa.

El primer factor a tener en cuenta es la **frecuencia**. Cuando se consulta un estudio de zonas inundables se observa que el área inundada suele llevar un calificativo, por ejemplo: zona inundable de 100 años de periodo de retorno. El **periodo de retorno** es un "tiempo promedio" entre sucesos que la misma magnitud y se asocia a la probabilidad del evento. En muchos países ya no se usa este concepto, ya que se tiende a minusvalorar el riesgo, pensando que solo se produce, por ejemplo cada 100 años.

Es mucho más significativo la inversa del periodo de retorno, que es la **probabilidad anual media de superación** del valor de lluvia o caudal del evento. Siguiendo con el ejemplo, si nos encontramos en la zona inundable de 100 años de periodo de retorno, entonces la probabilidad de dicha superación en un año cualquiera será de 1/100, es decir, tenemos al menos, cada año, un 1% de probabilidad de inundarnos.

Para conocer cuál es la probabilidad de ocurrencia de una inundación en una serie de años consecutivos es necesario acumular las probabilidades. Esta probabilidad se determina aplicando la siguiente fórmula:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

En la que **R** es el riesgo estadístico (probabilidad de ocurrencia de una inundación en n años consecutivos), **n** el periodo de tiempo consecutivo y **T** el periodo de retorno considerado. Siguiendo con el ejemplo, en un periodo de 30 años consecutivos la probabilidad de que se presente una inundación de 100 años de periodo es del 26%. Es decir, es la misma probabilidad de que si alguien nos pidiese que adivinásemos un número del 1 al 4.

En la siguiente tabla se recogen las probabilidades de ocurrencia de una inundación en función de un periodo de tiempo consecutivo y un periodo de retorno dado. Se han considerado una serie de periodos de tiempo consecutivos, de 1 a 100 años, y una serie de periodos de retorno, de 10 a 500 años.



Periodo de retorno (años)	Riesgo estadístico: Probabilidad de ocurrencia (%) de una inundación en "n" años							
	Periodo de tiempo consecutivo (n años)							
	1 año	10 años	20 años	30 años	40 años	50 años	75 años	100 años
10	10%	65%	88%	96%	99%	99%	100%	100%
25	4%	34%	56%	71%	80%	87%	95%	98%
50	2%	18%	33%	45%	55%	64%	78%	87%
100	1%	10%	18%	26%	33%	39%	53%	63%
500	0%	2%	4%	6%	8%	10%	14%	18%

Tabla 1. Relación entre el periodo de retorno y probabilidad de ocurrencia, durante un periodo de tiempo consecutivo.

En el siguiente gráfico se muestran las probabilidades de ocurrencia de una inundación en un intervalo de tiempo de 30 años consecutivos, en función de distintos periodos de retorno.

Probabilidad de ocurrencia (%) de una inundación en 30 años

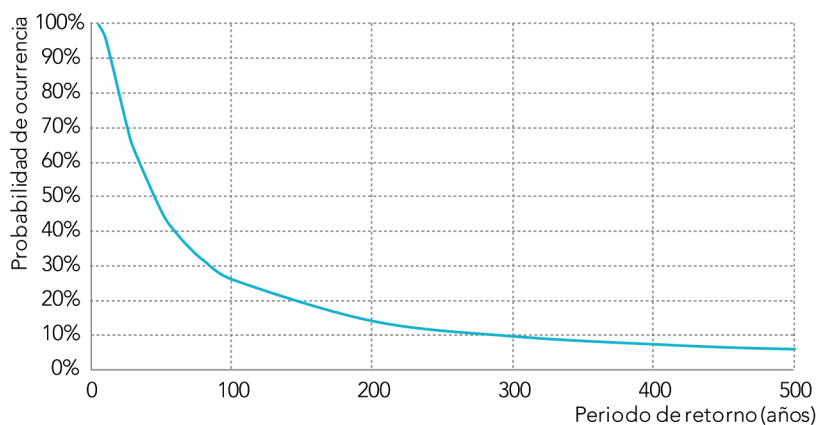


Figura 9. Probabilidad de ocurrencia de las distintas inundaciones tipo durante un periodo de 30 años consecutivos.

La **magnitud de la inundación** dependerá de la extensión de la zona inundada, de la altura y velocidad que alcance el agua, del tiempo de llegada de la inundación y su tiempo de permanencia, de la cantidad de sólidos transportados, etc.

Esta información requiere de un gran esfuerzo de recogida y depuración de datos, así como un análisis y una elaboración de informes y mapas rigurosos, trabajo que llevan a cabo los organismos de cuenca principalmente. Para coordinar y difundir toda esta información se creó el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) del MAPAMA. La cartografía de zonas inundables se encuentra disponible en visores cartográficos dentro de las páginas web del MAPAMA y de los organismos de cuenca (confederaciones hidrográficas, agencias de agua, etc.). En el capítulo 2 se exponen las principales fuentes de información y cómo consultarlas y en el *apéndice 2* se incluyen dos casos prácticos.

El **nivel y la velocidad del agua** son claramente los factores clave en el grado de afección de la inundación. Los daños pueden ser relativamente pequeños cuando los volúmenes de agua que entran en el edificio son menores, o muy severos cuando la altura o velocidad del agua son elevadas, transportando gran cantidad de sedimento, objetos, ramas, etc.

Si la anegación es muy superficial y sin velocidad es probable que el daño no sea muy elevado para la mayoría de las propiedades. Sin embargo, debe recordarse que, incluso en estos casos, el agua puede entrar por los sótanos y los huecos de la estructura, deteriorando paredes, suelos, enseres, etc.

Los daños aumentan significativamente una vez que el agua se eleva por encima del nivel del solado de la primera planta habitable y entra en contacto con suelos, paredes, tomas, equipos eléctricos, muebles, etc. La siguiente tabla y el gráfico asociado ilustran el aumento de los daños causados por las inundaciones a medida que aumenta el calado del agua de inundación.

Como se puede apreciar en la figura siguiente, cuando el agua alcanza 1 m de altura se acumulan 80 % de los daños. A partir de esta altura, el agua puede causar también daños estructurales en los edificios. Por eso en las normativas se suele utilizar el umbral de 1 m de altura de agua como una de las hipótesis de cálculo de la zona de graves daños por inundaciones.

Altura del agua en el edificio Sabatini (UCLM) (m)	Pérdidas económicas (€)
0,00	0
0,50	8.611
0,75	19.072
1,00	287.389
1,25	326.310
1,50	346.595
1,75	364.325

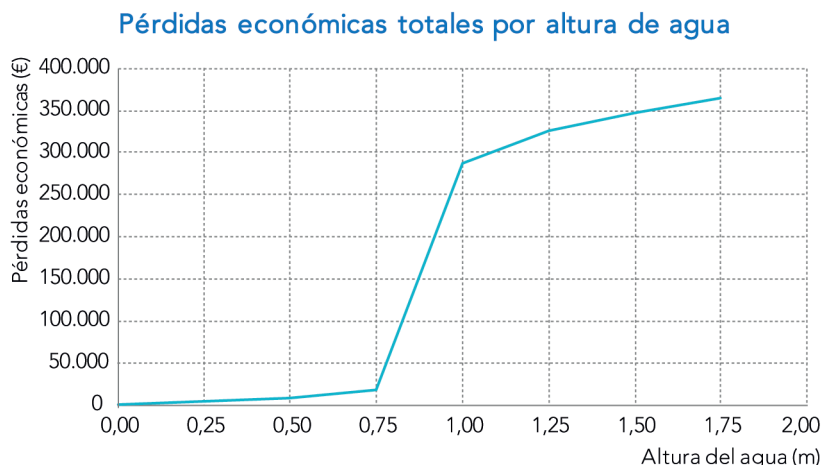


Figura 10. Representación gráfica de las pérdidas económicas totales en función de la altura del agua en el edificio Sabatini. Fuente: De Mora Jiménez, E. y Díez Herrero, A., 2008. Análisis del riesgo de inundación en localizaciones puntuales: el edificio Sabatini (Toledo).



Figura 11. Daños en edificaciones debidas a las inundaciones en Huércanos (La Rioja). Fuente: SOS Rioja.



Figura 12. Inundación registrada en Astigarraga (Gipuzkoa). Fuente: CCS.

Asimismo, si el agua discurre a gran velocidad puede arrastrar personas, muebles, vehículos, etc. incluso con poca profundidad.

Otro factor clave en el daño causado es el **tiempo que permanece inundado un edificio**. Generalmente, cuanto mayor sea la duración de la inundación tanto mayor será el daño, ya que influye en el posible deterioro de la estructura del edificio, de los servicios, del contenido y puede condicionar el tiempo que el inmueble permanece inhabitable o sin actividad (lucro cesante).

Por otro lado, el **agua** puede estar **contaminada** con sustancias químicas o biológicas transportadas por la red de saneamiento, almacenadas en garajes, comercios o industrias. Por lo que, una vez que la inundación cesa, es necesario tomar precauciones frente a estas sustancias peligrosas que el agua puede transportar y frente a las bacterias y el moho que pueden aparecer en condiciones de humedad. En casos de inundación desde el mar, el agua salada puede causar la corrosión de tuberías y elementos metálicos, cajas de interruptores, etc.

Por último, la **vulnerabilidad** y la **exposición** del edificio incrementan o disminuyen el riesgo que se puede producir para una misma inundación. Aquí cabe considerar algunos factores:

- La ubicación y grado de exposición del edificio a la inundación: no es lo mismo que 1 metro de agua rodee el edificio que solamente entre en contacto una de las fachadas.

- El valor de la edificación, que incluye la actividad que en él se desarrolle: no es lo mismo una caseta de aperos que una vivienda; un comercio o una fábrica que un edificio de bomberos, un hospital, o una gasolinera.
- El tipo de construcción: no es lo mismo un edificio de madera de planta baja que uno de hormigón armado de varias plantas.
- El grado de dificultad para la evacuación. Este punto depende de muchos factores: que el edificio se quede aislado por carreteras anegadas, o que concentre muchas personas, como un centro comercial, o que éstas tengan una dificultad especial para evacuar como en los casos de un centro de la tercera edad, un hospital, un centro penitenciario, o bien se trate de personas a movilizar que no entiendan el idioma.

El aspecto más importante a recordar es que el daño a la propiedad es solo un pequeño elemento del verdadero “**coste humano**” de una inundación.

### 1.4.3. Las 3 dimensiones de la vulnerabilidad de un edificio

La vulnerabilidad de un edificio frente al riesgo de inundaciones está vinculada a tres aspectos:

- la seguridad de las **personas**, considerando el tiempo de vuelta a la normalidad.
- la seguridad del **edificio**, tanto del continente (estructura, equipamientos y servicios) como del contenido.
- los **efectos dominó o cascada** que se puedan generar en el entorno inmediato.

La **vulnerabilidad vinculada a la seguridad de las personas** es la dimensión más importante. Se debe entender como la protección de las mismas contra todos los perjuicios físicos y psicológicos causados por una inundación. Es necesario considerar todo el periodo de tiempo en el que transcurre el evento así como el tiempo hasta volver a la normalidad. Además, hay que tener en cuenta no solo la seguridad de las personas que viven o se encuentran en el edificio en el momento de la inundación, sino también del personal de los servicios de emergencia, del personal de las empresas encargadas de los trabajos de revisión y de los voluntarios en los servicios de protección civil, tanto en el momento de la inundación como después de la misma. Pasada la inundación, por último, hay que considerar los daños económicos, entre otros, provocados por la inhabilitación de una vivienda, el lucro cesante y la pérdida de empleo que se produce cuando el daño es causado a una actividad económica, así como los daños causados a los ciudadanos cuando fallan los servicios y los equipamientos (agua, saneamiento, electricidad, educación y cultura, administración, etc.) de la ciudad.

La **vulnerabilidad vinculada a la seguridad del edificio**. Se refiere a la posibilidad de sufrir daños a la que se exponen la estructura del edificio (cimientos, vigas, muros de carga, pilares, sótanos, fachada, cubierta, ventanas, puertas, solados, revestimientos, piscina, garaje, etc.), los equipamientos y servicios del edificio o instalación (electricidad, gas, agua y saneamiento, calefacción/refrigeración, toldos y persianas, depuradora, ascensor, basuras, etc.) y el contenido (mobiliario, electrodomésticos, decoración, menaje, material comercial/industrial, etc.).

La **vulnerabilidad vinculada a los efectos dominó o cascada**. La inundación puede crear una sucesión de riesgos en cadena, tanto en el propio inmueble como en los situados en las inmediaciones; por ejemplo escapes de gas, incendios, etc., que incrementan el valor de las pérdidas.

## 1.5. Marco de referencia

### 1.5.1. Normativa básica sobre ordenación del territorio y riesgo de inundación

Los efectos de las inundaciones y la búsqueda de soluciones han ido evolucionado con el nivel de desarrollo del país y el valor que la ciudadanía otorga a la seguridad. Este cambio gradual sobre el nivel de riesgo asumido, la gestión del mismo y su mitigación tiene su reflejo en la legislación, tanto en el ámbito europeo, como en el estatal y en el autonómico. Las principales leyes y textos normativos, de aplicación en España, son:

En el **ámbito europeo**:

- Directiva 2007/60/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación.
- Directiva 2000/60/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.

En los ámbitos **estatal y autonómico**:

Ley de Aguas y Costas:

- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, Texto Refundido de la Ley de Aguas.
- RD 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que se desarrolla los títulos preliminar, I, IV, V, VI y VII de la Ley 29/1985, de 2 de agosto, de Aguas y sus modificaciones: RD 606/2003, de 23 de mayo; RD 9/2008, de 11 de enero y RD 638/2016, de 9 de diciembre.
- RD 903/2010, de 9 de julio, de evaluación y gestión de riesgos de inundación.
- Ley 22/1988, de 28 de julio, de Costas.
- Ley 2/2013, de 29 de mayo, de protección y uso sostenible del litoral y modificación de la Ley 22/1988, de Costas.
- RD 876/2014, de 10 de octubre, Reglamento General de la Ley de Costas.

Plan Hidrológico Nacional, planes hidrológicos y planes de gestión del riesgo de inundación de las demarcaciones:

- Ley 10/2001, de 5 de julio, Plan Hidrológico Nacional y sus modificaciones: RD-Ley 2/2004, de 18 de junio y Ley 11/2005, de 22 de junio.
- RD 701/2015, de 17 de julio y RD 1/2016 y RD 11/2016, de 8 de enero, por los que se aprueban los distintos planes hidrológicos de las demarcaciones.
- RD 18/2016, RD 19/2016, RD 20/2016, RD 21/2016 de 15 de enero y RD 159/2016 de 15 de abril, por el que se aprueban los planes de gestión del riesgo de inundación de las demarcaciones.

Cobertura aseguradora del riesgo de inundación:

- RD 7/2004 de 29 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido del Estatuto Legal del Consorcio de Compensación de Seguros.
- RD 300/2004 de 20 de febrero, por el que se aprueba el Reglamento del Seguro de Riesgos Extraordinarios.

Protección Civil:

- Ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil.
- RD 407/1992, 24 de abril, Norma básica de Protección Civil.
- Resolución de 31 de enero de 1995, de la Secretaría de Estado de Interior por la que se aprueba la Directriz Básica de Planificación de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones.
- RD 393/2007, de 23 de marzo, por el que se aprueba la Norma Básica de Autoprotección de los centros, establecimientos y dependencias dedicados a actividades que puedan dar origen a situaciones de emergencia y su modificación: RD 1468/2008, de 5 de septiembre.
- Resolución de 2 de agosto de 2011, por la que se aprueba el Plan Estatal de Protección Civil ante el riesgo de inundaciones.
- Los planes especiales de protección civil ante el riesgo de inundaciones elaborados por las comunidades autónomas y homologados por la Comisión Nacional de Protección Civil se pueden consultar en <http://www.proteccioncivil.es/riesgos/inundaciones/planes>.
- RD 307/2005, de 18 de marzo, por el que se regulan las subvenciones en atención a determinadas necesidades derivadas de situaciones de emergencia o de naturaleza catastrófica, y se establece el procedimiento para su concesión y su modificación: RD 477/2007, de 13 de abril.

Ley del Suelo:

- Real Decreto Legislativo 7/2015, de 30 de octubre, Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana.

### 1.5.2. Planificación: planes de gestión del riesgo de inundación, planes especiales de protección civil ante el riesgo de inundaciones y planes de ordenación territorial

Las distintas administraciones, desde el ámbito de sus competencias, redactan, coordinan y llevan a cabo distintos planes de mitigación del riesgo. Los principales son:

#### a) Planes de gestión del riesgo de inundación

Entre 1998 y 2004 Europa sufrió más de cien inundaciones graves. Esas inundaciones causaron el desplazamiento de aproximadamente medio millón de personas y al menos 25.000 millones de euros de pérdidas económicas. Por este motivo la Comisión Europea adoptó en octubre de 2007 una Directiva sobre la evaluación y gestión de las inundaciones, que introduce un nuevo enfoque e instrumentos de mitigación de los daños causados por las inundaciones, y que fue transpuesta al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio.

Cada demarcación hidrográfica está obligada a cumplir esta normativa, que impone una serie de tareas con 3 hitos de entrega: la evaluación preliminar del riesgo (EPRI), en la que se identifican las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs); la elaboración de los mapas de peligrosidad y riesgo de inundación, y la preparación y aprobación de los planes de gestión del riesgo de inundación (PGRIs).

Cada **6 años** se revisan, modifican y/o añaden las áreas de riesgo potencial significativo de inundación (ARPSIs) y sus mapas de peligrosidad y riesgo correspondiente. Posteriormente, se actualizan los PGRIs.

El objetivo principal de los PGRIs es conseguir que no se incremente el riesgo de inundación existente y que, en lo posible, se reduzca a través de una actuación coordinada entre las Administraciones Públicas y la sociedad. Estos planes de



Figura 13. Arriba: inundaciones del río Ouse a finales de 2000, en York (Inglaterra). Fuente: Gordon Hatton. Abajo: inundaciones de 2002 en el río Elba, en Dresde (Alemania). Fuente: Stefan Malsch.

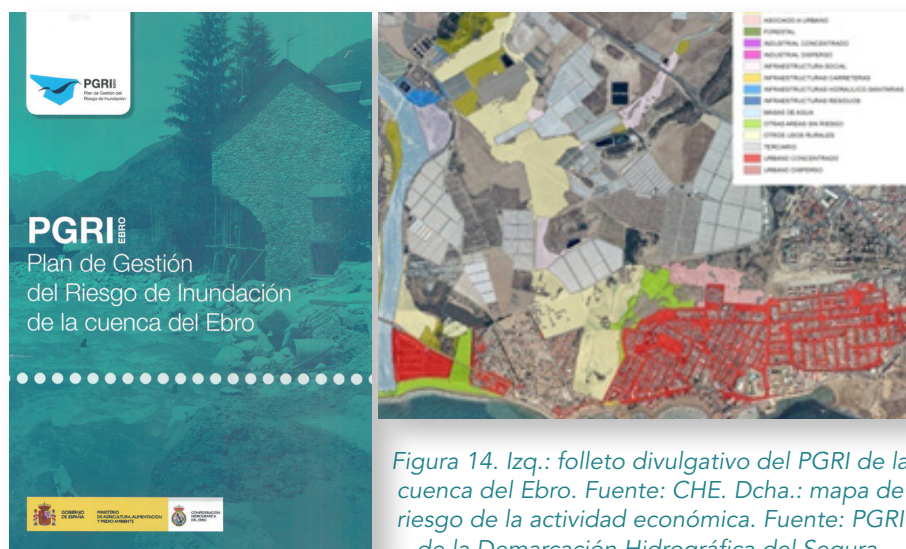


Figura 14. Izq.: folleto divulgativo del PGRI de la cuenca del Ebro. Fuente: CHE. Dcha.: mapa de riesgo de la actividad económica. Fuente: PGRI de la Demarcación Hidrográfica del Segura.

gestión son, por tanto, los documentos básicos para la mejorar la seguridad ciudadana. Suponen la última fase de implantación de la Directiva Europea sobre Inundaciones.

Debido al enfoque integral de la Directiva de Inundaciones, en los planes se aúnan las medidas que cubren todos los aspectos de la gestión del riesgo de inundación, respondiendo a la siguiente fórmula:

Este enfoque integral se traduce en una responsabilidad conjunta. Aunque las administraciones públicas e instituciones implicadas en materias relacionadas con las inundaciones se coordinan y cooperan entre ellas en la reducción del riesgo, no hay que olvidar que la suma de todos los esfuerzos, incluidos los de cada ciudadano, es importante en esta mejora.



Figura 15. Aspectos de la gestión de los riesgos de inundación. Fuente: folleto divulgativo del PGRI de la cuenca del Ebro.

Todos estos esfuerzos para conseguir la reducción del riesgo se traslada a una serie de actuaciones concretas agrupadas en los **programas de medidas** de los PGRI. Dichos programas son aplicados por cada una de las Administraciones en el ámbito de sus competencias bajo los principios de solidaridad, coordinación, cooperación y respeto al medio ambiente.



Figura 16. Implicados en la gestión de la inundación.



Figura 17. Tipologías de las medidas incluidas en el PGRI según el RD. 903/2010.

De forma directa o indirecta una de las principales finalidades de los PGRI es aumentar la resiliencia de las ciudades, es decir, incrementar la capacidad de las mismas para adaptarse y superar los impactos de una inundación volviendo cuanto antes a la normalidad. Respondiendo a esta finalidad hay medidas de todo tipo, como la mejora en la predicción de inundaciones, la mejora de la permeabilidad de las infraestructuras, etc. **Esta guía se incluye también en este grupo de medidas.**

La guía pretende profundizar en la **concienciación social**, de forma que aumente la **percepción del riesgo real** de inundación y fomente la **autoprotección**.

### b) Planes especiales de protección civil ante el riesgo de inundaciones

Los servicios de Protección Civil son los responsables de coordinar los servicios de emergencia cuando se produce una inundación. En los planes de emergencia se establece el protocolo de actuación, previendo las respuestas de forma anticipada. Para ello, se identifican previamente las necesidades, recursos, estrategias, actividades a desarrollar y organismos implicados.

Existen distintos tipos de planes de emergencia, según su ámbito territorial y el tipo de riesgo al que hacen frente, entre los que se encuentran: el Plan Estatal General, los planes territoriales -de ámbito autonómico e inferior y riesgos generales-, los planes especiales que consideran un único tipo de riesgo (por ejemplo, una inundación) y los planes de autoprotección.

Asimismo, dentro de los **planes especiales por riesgo de inundación**, atendiendo a su ámbito competencial, están:

- El **Plan Estatal de Protección Civil frente a Inundaciones (2011)**. Este plan tiene carácter de Plan Director, estableciendo los aspectos generales, organizativos y funcionales de la planificación, con la finalidad de: asegurar una respuesta eficaz del conjunto de las administraciones públicas en situaciones en que esté presente el interés nacional; garantizar el apoyo a los planes de comunidades autónomas si estos lo requieren, y facilitar la colaboración de las comunidades autónomas entre sí.
- Los **planes autonómicos**, cuya elaboración corresponde a las comunidades autónomas.
- Los **planes municipales**, cuya elaboración corresponde al ayuntamiento, siendo el alcalde la máxima autoridad municipal en materia de protección civil.



Figura 18. Planes autonómicos de Castilla-La Mancha, Castilla y León, Navarra, País Vasco y Madrid.



Figura 19. Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de inundaciones de Ribarroja del Turia y de Benaguasil (Valencia).

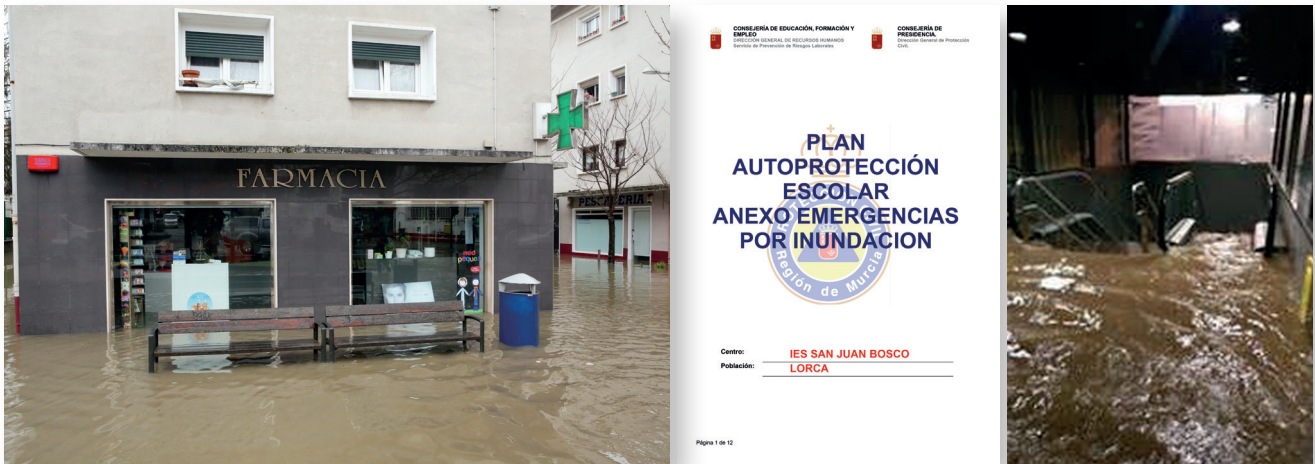


Figura 20. Izq.: farmacia inundada, barrio de Martutene, San Sebastián (Gipuzkoa). Fuente: CCS. Centro: Plan de autoprotección escolar del IES San Juan Bosco de Lorca (Murcia). Dcha.: Metro de Málaga, 2016. Fuente: DGPCyE.

- Los **planes de autoprotección**, de ámbito particular. Dirigido a centros, establecimientos, instalaciones o dependencias recogidas en la Norma Básica de Autoprotección.

### c) Planes de ordenación municipal (POM)

Minimizar el riesgo natural de inundación es un elemento fundamental en el planeamiento territorial y urbanístico, siendo un tema abordado por los diferentes instrumentos de planificación y contemplado en la normativa vigente y, por tanto, incorporado en la ordenación del territorio. En este sentido, dependiendo de la escala, encontramos tres niveles de trabajo:

1. La **ordenación del territorio**, donde la Ley de Suelo y Rehabilitación Urbana, la Ley de Aguas, el Reglamento de Dominio Público Hidráulico y las leyes y normativas autonómicas regulan los usos del suelo dentro de la zona inundable con el objetivo de proteger a personas, edificios, equipamientos y servicios.
2. Los **planes urbanísticos** y sus ordenanzas, que regulan los proyectos de urbanización de los cascos urbanos. En caso de estar éstos ubicados en zona inundable, los planes han de ser desarrollados teniendo en cuenta esta problemática a fin de minimizar daños, adecuando la tipología de edificación, los viales, las aceras, los sistemas de drenaje pluvial, etc.
3. El último eslabón de la cadena es el **propio proyecto del edificio**, que ha de considerar que éste debe ser resistente a los daños por inundación en estructura, servicios y contenido.

Uno de los objetivos de la legislación actual es velar por la seguridad del ciudadano y no incrementar el número de construcciones en riesgo.



Figura 21. Ordenación territorial. Distintas escalas.

Para mitigar las consecuencias de las inundaciones es necesaria la adaptación de aquellos edificios susceptibles de seguir sufriendo inundaciones y de todas aquellas viviendas aisladas, instalaciones o zonas urbanas en situación de riesgo.



## 2. CÓMO SABER SI UN EDIFICIO ESTÁ EN ZONA INUNDABLE

Hay disponibles diversas fuentes de información para conocer el nivel de riesgo de inundación de un edificio. Actualmente se pueden consultar los datos relativos a las inundaciones históricas y la cartografía de zonas inundables asociada a las inundaciones, fundamentalmente de tipo fluvial y costera.

Esta información puede ayudar a analizar la peligrosidad a la que está expuesto el edificio, principalmente si se dispone de datos asociados a la extensión de la zona inundable, la frecuencia de las inundaciones mediante el periodo de retorno o el número de veces que históricamente se ha inundado, la altura potencial del agua que llega al edificio, la velocidad del agua que impacta o roza al edificio, etc.

Adicionalmente, a través de los planes de gestión del riesgo de inundación es posible conocer la probabilidad de que el agua, según zonas, transporte sólidos o el tiempo que permanece el área inundada.



Figura 22. Datos de alturas de agua en zona perimetral de un edificio tipo. Fuente: SNCZI.

### 2.1. Inundaciones históricas

El primer paso es averiguar si la zona en la que se encuentra la propiedad ha sufrido **inundaciones en el pasado** y si, por tanto, hay evidencia de que el lugar se encuentra expuesto. Habría que responder a las siguientes preguntas:

- ¿Cuántas inundaciones han ocurrido en el pasado?
- ¿Cuál fue el nivel alcanzado por el agua en esa zona?
- ¿Qué tipo de inundación fue?
- ¿Se encuentra actualmente protegida la propiedad por defensas frente a la inundación (obras de mejora recientes que puedan haber reducido su riesgo de inundación)?

Para ello se puede consultar a los vecinos, al ayuntamiento, a las hemerotecas (clásicas o digitales) y al **Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH)** de la Dirección General de Protección Civil y Emergencias (DGPCyE) del Ministerio del Interior (<http://www.proteccioncivil.es/cnih>).

Desde el año 1995 la DGPCyE elabora el Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH), con el objetivo de sistematizar y homogeneizar la recopilación de datos sobre las inundaciones históricas acontecidas en el territorio nacional que han tenido consecuencias sobre la población y sus bienes.

Recientemente, la DGPCyE ha desarrollado una aplicación que facilita la consulta y el análisis de dicha información

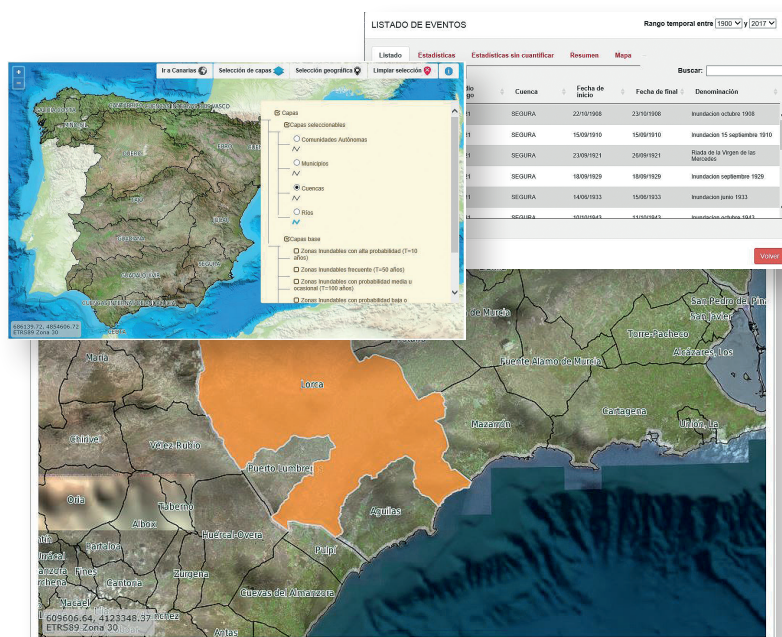


Figura 23. Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH) de la DG de Protección Civil y Emergencias.

histórica. Esta aplicación se encuentra en actualización constante e incorpora la información procedente de la base de datos de indemnizaciones pagadas por daños ocasionados por siniestros catastróficos en España: expedientes del Consorcio de Compensación de Seguros (desde 1983) e información asociada a las ayudas concedidas por la DGPCyE (desde 1996).

La aplicación es un visor cartográfico que, entre otras funcionalidades, permite realizar consultas predeterminadas y generar nuevas consultas; visualizar toda la información asociada a un episodio; realizar cálculos estadísticos y obtener gráficos de los mismos; elaborar mapas temáticos, informes, etc., así como exportar información a entornos Microsoft Office.

En el *apéndice 2* se recoge un **ejemplo práctico** de la identificación de las inundaciones históricas en un municipio a través de este visor.

Para la recogida de información histórica sobre antecedentes de inundación también se puede acudir a otras fuentes como:

- Archivos históricos, bibliotecas municipales y bibliotecas virtuales de prensa histórica.
- Hemerotecas: periódicos digitales y en papel.
- Encuestas a la población en el ámbito municipal o incluidas en trabajos de Universidad.
- Estadísticas elaboradas por distintos organismos, como el Consorcio de Compensación de Seguros.
- Fuentes documentales, recopilación de la documentación sobre inundaciones en textos oficiales, libros, artículos, memorias, crónicas, censos, ensayos de la época, textos literarios del momento, libros de historia y otros trabajos de los historiadores.
- Consulta a los vecinos, fuentes orales, testimonios directos o grabaciones.

Figura 24. Formulario de búsqueda de noticias en la Biblioteca Virtual de Prensa Histórica, Ministerio de Cultura y Deporte; <http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/busqueda.cmd> y archivos eclesiásticos.



Figura 25. Izq.: inundación de 1950 en La Laguna (Tenerife). Fuente: Flickr. Dcha.: Puente Ronda de Juanelo desde la carretera del Valle en 1947, Toledo. Fuente: Juan Colomina Cremades.

- Marcas del nivel alcanzado por el agua en una fecha determinada mediante líneas, placas e inscripciones (limnimarcas) dejando constancia y aviso para la posteridad.



## 2.2. Cartografía de zonas inundables

La cartografía de zonas inundables es elaborada por las Administraciones Públicas y se encuentra disponible en **visores cartográficos dentro de las páginas web** de los organismos de cuenca (confederaciones hidrográficas y agencias de agua de las comunidades autónomas).

El MAPAMA, siguiendo los principios de la Directiva 2007/60/CE sobre **evaluación y gestión de riesgos de inundación**, ha puesto en marcha el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI), como 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 pretende ofrecer un sistema completo de navegación por todo el territorio nacional, poniendo a disposición del ciudadano todos los **mapas de zonas inundables** realizados por los **organismos de cuenca**, más aquellos que aporten las **comunidades autónomas** dentro de sus competencias (<http://www.sig.mapama.es/snczi/>).

La elaboración de cartografía de zonas inundables es un proceso continuo, por lo que el visor se encuentra en actualización constante, bien por la incorporación de nueva cartografía o bien por la actualización de la existente. Sin embargo, si una edificación no está enclavada en una zona identificada en el visor como inundable no significa necesariamente que no esté expuesta al riesgo: cabe la posibilidad de que esa zona no se haya estudiado todavía o que sea una zona con problemas específicos de inundaciones pluviales.



Figura 27. Visor del SNCZI.

El apéndice 2 recoge un **ejemplo práctico** del manejo del visor del SNCZI.

Habría que destacar, por tanto, que en el SNCZI actual solo se consideran dos tipos de inundaciones: las inundaciones fluviales debidas al desbordamiento de cauces y las inundaciones debidas al mar. Las inundaciones pluviales, por tanto, no están contempladas.

Conviene reiterar que los mapas de zonas inundables **no son una ciencia exacta**, pero proporcionan la información más completa de las zonas que se podrían anegar. Esta información cartográfica está realizada con la mejor tecnología disponible, pero hay que ser consciente de que existen ciertas limitaciones e incertidumbres. En este sentido, es fundamental asumir que:

- Siempre existe una incertidumbre en los datos, ya que se trabaja con registros históricos, por lo que, conforme vaya transcurriendo el tiempo, se podrán ajustar mejor los resultados.
- Los modelos matemáticos mejoran a pasos agigantados y, con ello, el conocimiento; pero dentro de las hipótesis de cálculo no se encuentran, por ejemplo, las obstrucciones debidas a ramas, vehículos, rocas, flotantes, erosiones, movimientos del terreno, etc.
- Por otro lado, el territorio se transforma y, por tanto, el riesgo puede variar, pero también cambia, en este caso disminuyendo, con las modificaciones de la legislación, la aparición de nuevas técnicas constructivas, la mejora de los sistemas de aviso, etc.

En definitiva, los mapas de zonas inundables y el nivel de riesgo que reflejan evolucionarán con el tiempo, aunque el objetivo común de todas las nuevas actuaciones y medidas contempladas en los planes de gestión del riesgo es reducir dicho nivel y nunca incrementarlo.

### 2.3. Si no hay información

Si no se dispone de cartografía de zonas inundables en la zona en la que se ubica el edificio y se carece de datos sobre inundaciones históricas es necesario evaluar la probabilidad de inundación de la propiedad respondiendo a la siguiente lista de preguntas generales:

- a) ¿Está el edificio cerca de un río, arroyo o encauzamiento?
- b) ¿Está en el fondo de un valle o llanura de inundación?
- c) ¿Está cerca del mar?
- d) ¿Está en un área en peligro por las inundaciones de agua subterránea?
- e) ¿Está cerca de una zona de drenaje de agua superficial o arroyo que podría desbordarse?
- f) ¿Está en un punto bajo del territorio?
- g) ¿Está protegida por defensas fluviales o costeras?
- h) ¿La propiedad o los terrenos y jardines que la rodean se han inundado alguna vez en el pasado?
- i) ¿Se han inundado las propiedades vecinas?
- j) ¿Se ha emitido alguna advertencia de inundación en las proximidades de la propiedad?

Si la respuesta es "No" a todas estas preguntas, el riesgo de inundación que afecta a la propiedad es teóricamente pequeño y es poco probable que las medidas de resiliencia frente a las inundaciones sean necesarias. Por el contrario, si la respuesta es "Sí" a una o más de estas preguntas, la aplicación de las medidas descritas en esta guía contribuiría a disminuir los daños que nos pueden causar las inundaciones.

Si el edificio se encuentra cerca de un cauce o de la costa, o en un punto bajo sobre los que no hay datos es necesario aplicar el sentido común y seguir las **recomendaciones** de esta guía.

### 3. IDENTIFICACIÓN DE LOS POSIBLES DAÑOS QUE PUEDEN PRODUCIRSE

Presentamos, de forma esquemática, el proceso a seguir para realizar el diagnóstico de los posibles daños:

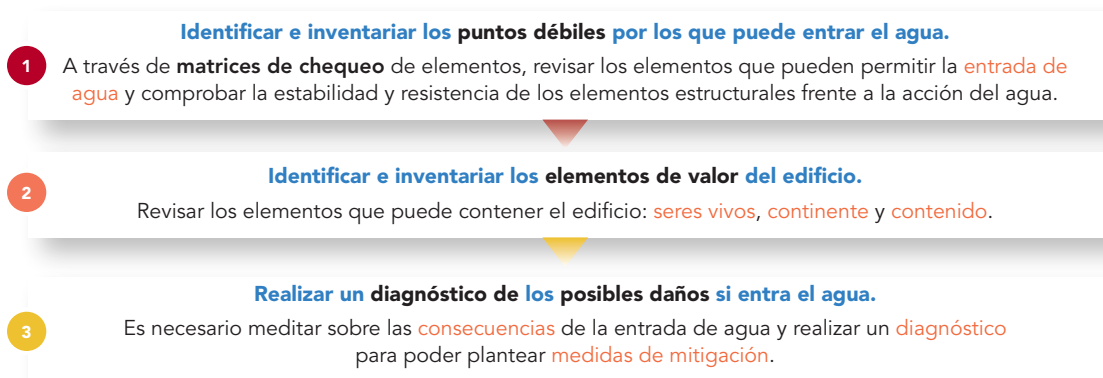


Figura 28. Esquema conceptual de las fases del diagnóstico de daños.

#### 3.1. Identificación e inventario de los puntos débiles por los que puede entrar el agua

Una vez evaluada la ubicación y el riesgo al que se expone el edificio, es necesario identificar los puntos débiles del mismo para poder establecer las medidas adecuadas de reducción de la vulnerabilidad, de lo contrario la opción elegida quizás no sea la más apropiada ni rentable.

Para identificar estos puntos débiles del inmueble hay que contestar a dos preguntas: *¿por dónde puede entrar el agua durante la inundación?* y *¿de qué manera el agua puede dañar un edificio?* Esto es, hay que comprobar la estabilidad y resistencia de los elementos estructurales frente a la acción del agua.

##### 3.1.1. Revisión de los elementos que pueden permitir la entrada de agua

Para reducir la probabilidad de que el interior de un edificio se inunde es importante identificar los posibles puntos de entrada del agua. Los caminos o rutas que ésta tome dependerán del tipo de construcción, de las condiciones subyacentes del terreno y de la altura que alcance el agua durante la inundación. La tasa real de filtración del agua es difícil de estimar, ya que dependerá del tipo de terreno, la duración de la inundación y la forma y tipo de construcción.

Los principales **puntos de entrada** de agua de inundación en un edificio son los siguientes:

- Ladrillo/bloque de mampostería, cantería, etc., donde se omitió mortero durante la construcción del edificio.
- Grietas en fachadas (defectos en la construcción de la fachada).
- Muros medianeros de edificios adosados.
- Juntas entre elementos de construcción, como las de dilatación entre paredes, o en el contacto de diferentes materiales, como entre la losa y la pared.
- Ventanas y puertas en sí mismas, o en el contacto de los marcos y de las paredes (sellado), o por defectos de construcción (grietas). También umbrales de las puertas, especialmente cuando estén a nivel de calle.
- Escaleras y entradas a sótanos.
- Huecos (patinillos, mochetas) y tomas para servicios, como tuberías de agua y gas, ventilación de sistemas de calefacción, cables eléctricos, líneas telefónicas, ascensores.
- Sistemas de impermeabilización y drenaje, donde el contacto entre las fachadas a prueba de humedad y la membrana impermeabilizante del suelo es inadecuado. Este también puede ser el caso si el contacto de las dos membranas no ha sido sellado o unido adecuadamente.

- Filtraciones subterráneas que suben directamente a través de las paredes desde los sótanos y cimientos.
- Elementos de aireación, drenaje o huecos en la estructura.
- Aparatos sanitarios (particularmente aseos, baños, duchas y fregaderos) por donde entra el agua del reflujó de las tuberías de saneamiento.

### 3.1.2. Comprobación de la estabilidad y resistencia de los elementos estructurales frente a la acción del agua

La comprobación de la estabilidad y resistencia de los elementos estructurales dependen de las cargas, esfuerzos o acciones a las que pueda ser sometido el edificio. El objetivo es cuantificar todas aquellas fuerzas que no fueron consideradas en el diseño original y que pueden generar otros tipos de puntos débiles en el edificio.

A continuación se presentan los impactos que puede causar el agua en una edificación:

- Contacto directo con el agua.** Los materiales de construcción pueden verse afectados por el contacto directo con el agua. Por ejemplo, pueden expandirse, agrietarse, corroerse o disolverse al exponerse al agua. Estos cambios pueden ser irreversibles.
- Acciones hidrostáticas.** El agua ejerce una presión lateral al rodear un edificio y una fuerza ascendente o de elevación al saturar el suelo. Cuanto mayor sea la altura del agua, mayores serán estas presiones hidrostáticas. Las fuerzas laterales en una pared se concentrarán en la parte inferior de la misma.
- Acciones hidrodinámicas.** La acción del agua al moverse alrededor de un edificio produce una serie de fuerzas llamadas hidrodinámicas. A medida que aumenta la velocidad del agua y la profundidad de la inundación estas fuerzas también aumentarán.
- Acciones de flotabilidad.** Ciertos edificios o ciertos elementos pueden flotar en el agua. Por ejemplo, los depósitos de aceite o de gas y otros elementos que dependen del propio peso para asegurar la estabilidad. Dichos elementos son susceptibles de moverse respecto a su punto de montaje al flotar en el agua.
- Acciones producidas por los sólidos transportados por el agua.** Puede tratarse de una fuerza estática, como en el caso de limo, arena o flotantes que se posan en el edificio y, al acumularse,

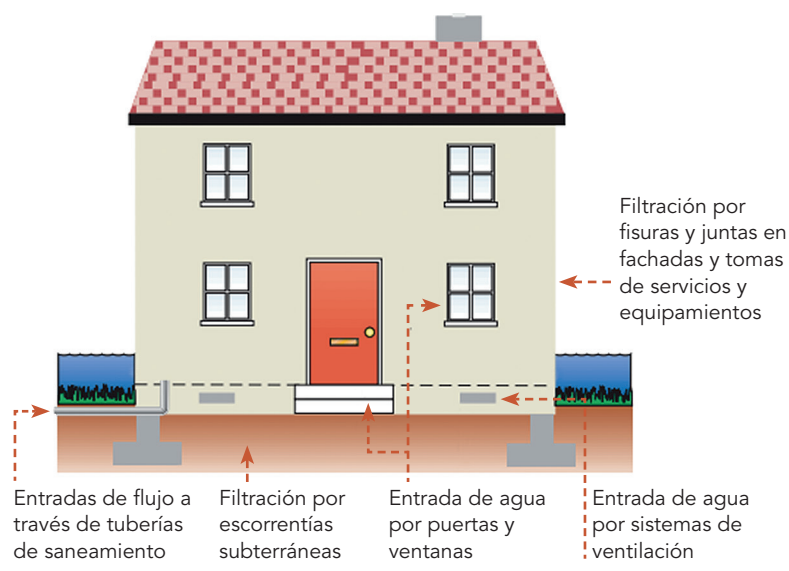


Figura 29. Inventario de puntos de entrada del agua de inundación. Fuente: *Preparing for Flood, Interim guidance for improving the flood resistance of domestic and small business properties*. Office of the Deputy Prime Minister. 2003. Environment Agency - UK.



Figura 30. Viviendas rodeadas de agua durante las inundaciones de 2007, Falces (Navarra). Fuente: Gobierno de Navarra.

representen un gran peso añadido. Pero también cabe pensar en un efecto dinámico en el caso de un objeto que, transportado por el agua, impacte contra el edificio (como es el caso de los vehículos, troncos, etc.).

f) **Acciones de erosión.** La erosión se origina, en unos casos, por el agua que se mueve alrededor del edificio o por las acciones de las olas que impactan contra él. En otros, es causada –o sus efectos se ven aumentados– por las propiedades abrasivas de los elementos que transporta el agua: limo, arena, grava, etc.

g) **Acciones químicas o biológicas.** Los materiales de construcción se ven afectados en ocasiones por la composición química del agua. Por ejemplo, el agua salina, como en el caso de inundaciones costeras, a veces contiene contaminantes, que proceden del alcantarillado u otros productos químicos liberados como resultado del fallo del edificio. También se pueden producir acciones biológicas, tales como el crecimiento de moho como resultado de los altos niveles de humedad durante tiempo prolongado, o la aparición de epidemias por bacterias.

Existe la probabilidad de que estas diversas acciones se acumulen y, por lo tanto, combinen los efectos producidos, aumentándolos o disminuyéndolos.

Las acciones del agua que suelen producir más daños son: el contacto directo con el agua, las fuerzas hidrostáticas laterales, las fuerzas hidrodinámicas laterales y la erosión.

Otro factor importante a tener en cuenta es la **tasa de cambio en el nivel de inundación** (subida y bajada del nivel del agua). Cuando el agua sube rápidamente puede no entrar en el edificio lo suficientemente rápido como para que el nivel en el interior suba al mismo ritmo que el nivel alcanzado en el exterior. Y viceversa, cuando el agua se retira, el nivel desciende rápidamente en el exterior mientras que el nivel en el interior baja más lento, también debido a la dificultad de salida dado el tipo



Figura 31. Inundaciones en Jaén, 2009. Fuente: DGPCyE.



Figura 32. Vehículos impactando contra los edificios y otros vehículos. Fuente: DGPCyE.



Figura 33. Descalce de la cimentación del edificio por erosión debida al embate de mar.



Figura 34. Efecto combinado de empuje y erosión. Muro derruido en Mazarrón (Murcia), inundaciones de 2014. Fuente: Servicio de Emergencias Municipal y Protección Civil de Mazarrón.

de materiales del edificio. En este caso el nivel interior será mayor que el nivel exterior. En cualquier caso, de las presiones hidrostáticas desiguales cabría esperar daños estructurales a las paredes y solerías, o pueden amplificar los efectos de estos daños si existían previamente.

### 3.2. Inspección e inventario de los elementos de valor del edificio

Esta identificación es, en definitiva, un inventario de todo lo que hay de valor en el edificio o en la instalación. Este inventario no solo facilita el diagnóstico de posibles daños y la elección de las medidas de mitigación que se han de ejecutar, sino que también permite conocer el valor real y actual de lo que se dispone, almacena y/o se posee en propiedad. Esta información será un referente básico a la hora de planificar el aseguramiento.

A continuación se incluye un listado de elementos de valor que puede contener o albergar un edificio.

1. **Seres vivos:** se ha de considerar a las personas, las mascotas y los animales en general si se trata de una actividad económica (agropecuaria, zoológica, tienda de mascotas, etc.).
2. **Continente:** se ha de revisar todos los elementos que forman el edificio en sí mismo. Se suele subdividir en estructura y equipamientos y servicios.
  - Estructura: cimientos, vigas, muros de carga, pilares, sótanos, fachada, cubierta, ventanas, puertas, solados, revestimientos, etc.
  - Equipamientos y servicios: sistemas de electricidad, agua, gas (incluyendo calderas), gestión de aguas residuales, climatización, comunicación, gestión de residuos sólidos, sistemas de seguridad, equipos electromecánicos, piscina, garaje, etc.
3. **Contenido:** En cuanto al contenido del edificio, todo depende de su uso. A grandes rasgos se debería considerar todo lo referente a:
  - Mobiliario, electrodomésticos (cocina, multimedia, PC), decoración, menaje, etc.
  - Material comercial/industrial.
  - Efectos personales: joyas, fotografías, documentos, etc.
  - Vehículo.
  - Materiales peligrosos (combustibles, materiales inflamables, contaminantes), etc.
  - Jardinería.

### 3.3. Diagnóstico del riesgo actual

Tras el análisis de los puntos débiles del edificio y del inventario de elementos de valor, se realiza un **diagnós-**



Figura 35. Esquema conceptual de la fase de diagnóstico.

**tico del riesgo actual valorando los posibles daños** producidos por una inundación. Este punto es el cruce de los 2 anteriores. El diagnóstico sintetiza las causas y los efectos del problema ayudando posteriormente a la búsqueda de la mejor solución.

Es evidente que si se inunda una estancia con medio metro de agua durante un día, hay mucho mobiliario que será imposible recuperar, pero hay otros daños que no son tan evidentes. Cada caso es diferente pero hay efectos indirectos o derivados de una inundación que se repiten sistemáticamente y es importante tenerlos en cuenta:



- Riesgos físicos: fallecimiento por ahogamiento o impacto, heridas. Se pueden presentar problemas por los flotantes que impidan la salida de una estancia inundada o herir por golpe. En este punto hay que considerar además los posibles daños a las mascotas y los animales en general.
- Pérdida de pertenencias personales, en particular las de valor sentimental que son irremplazables.
- Riesgos biológicos: por proliferación de bacterias, virus, moho y mildiú en agua de inundación o derivados de exposición a la humedad.
- Riesgos en cadena, como un incendio causado por cortocircuito.
- Limpieza de la propiedad después de la inundación. El agua además puede originar olores residuales o contaminación de agua y comida.
- Organización de trabajos de reparación: desescombro, construcción, corrosión, descontaminación, desinfección, etc.
- Costes adicionales por tener que vivir en un alojamiento temporal mientras la propiedad esté rehabilitándose.
- Preocupaciones por la seguridad en la propiedad deshabitada.
- Presiones financieras por reparación de los daños causados por las inundaciones, pérdida de empleo, fracaso empresarial, pérdida del hogar, reducción potencial del valor de la propiedad.
- Riesgo psicológico por: miedo a que las inundaciones vuelvan a suceder, estrés por el abandono del inmueble, etc.

Para identificar las posibles pérdidas sufridas a causa de una inundación hay que analizar los impactos del agua a distintas profundidades. A continuación se presenta una tabla con ejemplos de los puntos débiles de un edificio y las consecuencias y daños que produciría el agua a distintas alturas.

Altura de agua de la inundación	Edificio	Equipamientos y servicios	Bienes
Altura del agua por debajo del nivel de la planta baja 0-0,3 m	<p>Daño mínimo al edificio principal.</p> <p>El agua puede entrar en sótanos, garajes, piscinas, bodegas y huecos bajo la solería.</p> <p>Posible erosión de los cimientos.</p> <p>Posible corrosión de los elementos metálicos.</p> <p>Deformación de la madera por absorción excesiva de humedad.</p> <p>Agrietamiento del solado debido al aumento de subpresiones.</p> <p>Acumulación de limo contaminado.</p> <p>Aparición de puntos débiles estructurales y materiales debido a un secado inadecuado.</p> <p>Pudrición y moho.</p>	<p>Las tomas eléctricas y otros servicios e instalaciones situados en sótanos, bodegas, garajes y piscinas pueden sufrir daños importantes.</p> <p>Daños en depósitos de agua o combustible y calderas por humidificación o desanclado, al poder flotar estos elementos.</p>	<p>Daños a bienes, muebles, etc. almacenados en sótanos y bodegas.</p> <p>Daños a alfombras.</p>
Altura de agua hasta medio metro sobre el nivel de la planta baja 0,3 - 0,5 m	<p>Daños a los acabados internos, como revestimientos de paredes y fachadas.</p> <p>Los solados y las paredes se saturarán.</p> <p>Posibles problemas de humedad. Quizás sea necesario revocar los revestimientos para permitir que las paredes se sequen.</p> <p>Suelo, paredes y rodapiés de madera probablemente requieran reemplazo.</p> <p>Daños a puertas internas y externas y zócalos.</p> <p>Corrosión de elementos metálicos.</p>	<p>Daños eléctricos: tomas, contadores, sistemas de seguridad.</p> <p>Daños a los medidores de gas y calderas de bajo nivel y servicios telefónicos.</p> <p>Posibles daños a los aislamientos de las tuberías.</p>	<p>Daños a muebles y artículos eléctricos.</p> <p>Daños a objetos personales pequeños, como documentos, libros, DVDs, videos y fotos.</p> <p>Los alimentos en los armarios inferiores de la cocina pueden contaminarse.</p> <p>Los muebles bajos de cocina de aglomerado de madera probablemente requieren reemplazo.</p> <p>Es posible que sea necesario sustituir las lavadoras, hornos, frigoríficos, los congeladores, TV, etc.</p>
Altura de agua superior al medio metro sobre el nivel de la planta baja > 0,5 m	<p>Daños importantes a las fachadas y paredes.</p> <p>Posibles daños estructurales debido a las subpresiones.</p> <p>Corrosión, sobre todo en inundaciones costeras.</p>	<p>Daños generalizados en el sistema eléctrico.</p> <p>Problemas con el saneamiento, etc.</p>	<p>Daños a bienes situados en los estantes más altos y altillos.</p>

Tabla 2. Daños causados por el agua durante una inundación en función del nivel que alcance el agua.  
Fuente: *Preparing for Flood, Interim guidance for improving the flood resistance of domestic and small business properties. Office of the Deputy Prime Minister.2003. Environment Agency - UK.*

Por último, es necesario considerar todas estas pérdidas potenciales identificadas y, a ser posible, valorarlas económicamente.

Con toda la información recogida y elaborada hasta este punto se puede realizar un buen diagnóstico del riesgo actual basado en las 3 actividades sucesivas que se han ido exponiendo en los puntos anteriores:

1. Determinar por dónde puede entrar el agua en el edificio y las acciones que ésta provoca.
2. Determinar todos los elementos de valor del edificio.
3. Determinar el daño potencial de cada elemento del edificio y su valor: daños en el continente y en el contenido, y si este daño puede tener una influencia en la seguridad de las personas; daños persistentes durante el periodo de vuelta a la normalidad, incluyendo la pérdida de servicios, y daños encadenados en el entorno inmediato (efectos domino o cascada). En definitiva, cuantificar el nivel de riesgo de la situación inicial.

La metodología para realizar estas etapas se basa en el examen visual del edificio; el examen de los planos y registro descriptivo de estas obras; el informe de inspección de un técnico cualificado, y el inventario valorado del contenido del edificio. El diagnóstico proporciona la información sobre el origen del problema, el valor de las pérdidas y los motivos por los que se producen.

En el *apéndice 3* se muestra un **ejemplo teórico** de cuantificación de posibles pérdidas -fase de diagnóstico- y la solución adoptada -fase de decisión-.

En el *apéndice 3*, a modo de ejemplo teórico, se han inventariado todos los elementos de valor de una vivienda tipo bajo una serie de hipótesis. Suponiendo un valor total teórico (contenido y continente, sin considerar el valor del suelo) de la vivienda de 150.000 euros, como se justifica en la tabla 13 del *apéndice 3*, el valor de los daños producidos por el agua a distintas alturas del agua se muestra en el siguiente gráfico.

A la hora de calcular los daños producidos por una inundación, una referencia importante es el umbral de las ventanas del piso bajo. Este valor varía, pero cabe establecerlo habitualmente en 1,2 m. Hasta este nivel las principales entradas de agua suelen estar en las puertas, los desagües y los sistemas de aireación. Si la construcción no es la adecuada o con el paso del tiempo las estructuras se han fisurado, éste sería otro de los puntos críticos del edificio. Si la inundación es de larga duración el agua puede filtrarse a través de fachadas, muros medianeros, etc., y, aunque ese supuesto no contribuya a elevar el nivel de agua en el interior, sería esperable el deterioro de los sistemas eléctricos, las paredes, los muebles, etc., en contacto con dichas fachadas y muros.

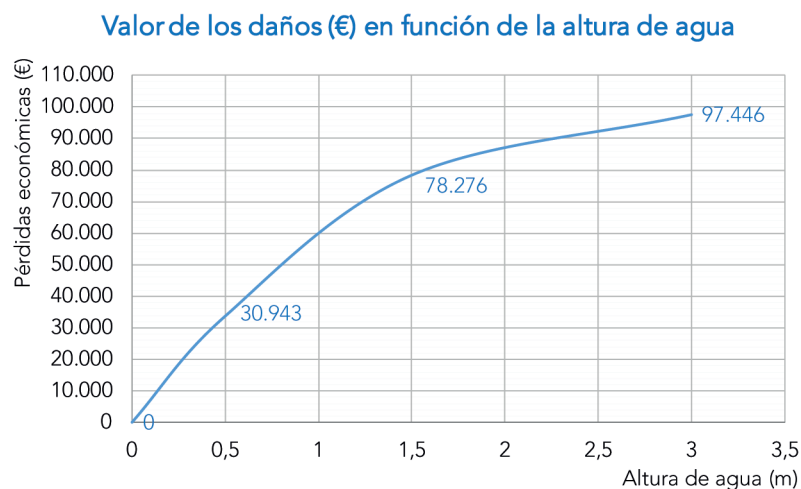


Figura 36. Gráfico del valor de los daños potenciales en función de la altura de agua en una vivienda teórica utilizada a modo de ejemplo.

Continuando con el ejemplo teórico de una vivienda de unos 150.000 euros anteriormente indicada, a continuación se puede calcular los daños económicos estimados que las inundaciones producirían.

Si la vivienda fuese un bajo de un edificio de pisos situado en una zona de alto riesgo de inundación, en las zona inundable de 10 años de periodo de retorno (y por lo tanto también en las de menos probabilidad de inundación, según se justifica en el *apéndice 3*, podría sufrir las siguientes pérdidas económicas:

Es decir, cada año deberíamos ahorrar unos 6.962 euros para cubrir las pérdidas que las inundaciones van a producir, y en total, las inundaciones en 30 años van a producir pérdidas económicas del orden de los 208.860 euros. Cualquier acción de disminución del riesgo de inundación en esta vivienda tendrá una gran rentabilidad.

Si esta vivienda se encontrase únicamente en la zona inundable de 500 años

de periodo de retorno, con un calado o altura de agua del orden de los 30 cm, las pérdidas económicas derivadas de las inundaciones serían bastante menores, tal y como se muestra en la tabla siguiente:

En este caso se considera que la vivienda está en situación de **riesgo**, pero los daños serían menores, y probablemente, fácilmente mitigables con las medidas que se incluyen en esta guía.

Por lo tanto, los daños dependerán fundamentalmente de la altura de agua alcanzada durante la inundación y de la frecuencia con la que se suceden estos fenómenos. Es importante valorar las pérdidas en un periodo de tiempo dado, como los años de permanencia en una vivienda, los años de actividad comercial, etc. y considerar en este periodo tanto los daños frecuentes como aquéllos cuya probabilidad de ocurrencia es muy baja pero que, en caso de producirse, obliga a enfrentarse a grandes perjuicios. Al incluir la frecuencia se añade otro factor importante en el diagnóstico y en el nivel de riesgo que es posible asumir.

Ubicación 1	Periodo de retorno		
	T=10 años	T= 100 años	T=500 años
Altura de agua	0,4 m	1,8 m	2,7 m
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
Daño	26.000 €	84.000 €	94.000 €
Daño anual medio	6.962 €		
Daño acumulado en 30 años	208.860 €		

Tabla 3. Daños potenciales que podría sufrir la vivienda utilizada como ejemplo en la ubicación 1.

Ubicación 2	Periodo de retorno		
	T=10 años	T= 100 años	T=500 años
Altura de agua	-	-	0,3 m
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
Daño	0 €	0 €	20.000 €
Daño anual medio	80 €		
Daño acumulado en 30 años	2.400 €		

Tabla 4. Daños potenciales que podría sufrir la vivienda utilizada como ejemplo en la ubicación 2.

## 4. ALTERNATIVAS PARA LA DISMINUCIÓN DE LOS DAÑOS

Conocido el diagnóstico llega el momento de aceptarlo con responsabilidad. Para ello hay que prepararse y tratar de minimizar las consecuencias de las inundaciones reduciendo la vulnerabilidad del edificio y considerando las tres dimensiones a las que está vinculada. Es decir, procurar que los **daños a las personas** (incluyendo el tiempo de vuelta a la normalidad), **los daños al edificio** (estructura y equipamientos y servicios y bienes) y los **efectos dominó o cascada**, sean los menores posibles.

Llegada esta fase se analizan las posibles medidas que se pueden adoptar para proteger el edificio y se elige la alternativa más adecuada y rentable. En este capítulo se presentan los principales tipos de medidas existentes para la disminución de los daños producidos por las inundaciones. La elección de cualquiera de ellos dependerá de:

- El tipo de inundación, la altura que puede alcanzar el agua, su recurrencia y tiempo de permanencia de la zona inundada.
- El tipo de urbanización en el que se ubique (casco urbano consolidado, periferia, barrio) y el uso previsto en los nuevos desarrollos urbanísticos (viviendas, oficinas, parques, edificios públicos, etc.).
- El tipo de edificio y construcción.
- El valor que tenga y se le otorgue a los posibles daños.
- El coste de las medidas para reducir los daños.

El esquema a seguir se resume en la figura de la izquierda.

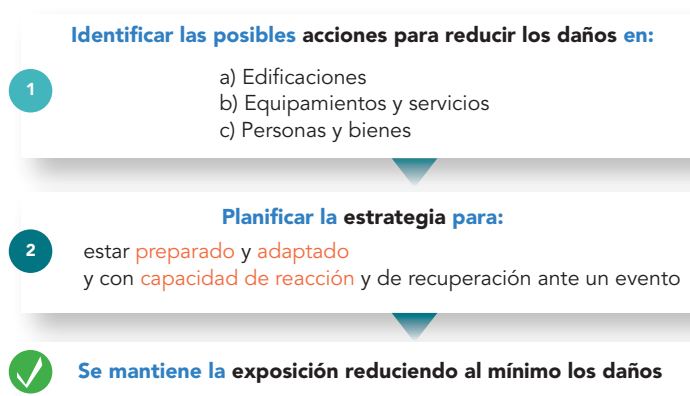


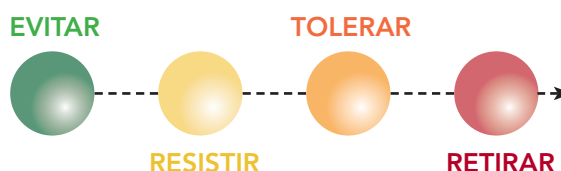
Figura 37. Esquema conceptual de las fases del análisis de soluciones para disminuir la vulnerabilidad de un edificio.

### 4.1. Métodos de mitigación de los daños en edificaciones existentes

Hay muchas medidas que cabe adoptar para reducir el impacto de las inundaciones en un edificio. Generalmente se dividen en dos categorías: las que mantienen el agua en el exterior del edificio, a menudo llamadas medidas de aislamiento, y las que mejoran la capacidad que tiene el edificio de soportar los efectos de las inundaciones, una vez que el agua ha entrado en él.

Basándose en estas categorías, se han establecido cuatro tipos de acciones que reducen la vulnerabilidad de un edificio ya construido:

1. **EVITAR** la inundación, que consiste en impedir que el agua alcance el edificio.
2. **RESISTIR**, que consiste en impedir que el agua entre en el edificio, una vez que ha llegado al exterior del mismo.
3. **TOLERAR**, que consiste en admitir la entrada del agua en el edificio, ya que no es posible lo contrario, pero tomando las medidas de adaptación necesarias para limitar el daño y reducir el tiempo para la vuelta a la normalidad.
4. **RETIRAR**, que consiste en demoler y/o abandonar el edificio, en aquellos casos en los que el riesgo es demasiado elevado.



Cada tipo de acción necesita un conjunto de soluciones para adaptar el edificio, siendo de aplicación a edificios colectivos o individuales.

En los siguientes apartados se incluyen una serie de recomendaciones para adecuar los edificios de forma permanente o temporal. La mayoría de las soluciones aquí planteadas requieren un proyecto, por lo que será necesario trabajar con el técnico correspondiente, ante la posibilidad de que se vean involucrados la estructura, los servicios, los accesos de entrada, etc.

En todo caso, hay que tener muy presentes los requisitos legales, códigos y ordenanzas locales. Sea cual sea la estrategia elegida, también es necesario planificar cómo proteger el edificio en el momento de la inundación, es decir, elaborar un plan de emergencia de autoprotección o familiar (ver *apéndice 5*).

En el *apéndice 1* se recoge un **catálogo de posibles medidas** para reducir la vulnerabilidad del edificio.

### 4.1.1. EVITAR que el agua alcance el edificio

Esta acción se basa en la aplicación de medidas que eviten que el agua alcance el edificio, eliminando de esta forma todo el daño potencial directo al mismo. Por tanto, con esta acción se minimizan los daños materiales y se reduce el periodo de tiempo para la vuelta a la normalidad tras la inundación.

En los casos en los que la duración de la inundación se prolonga varios días, el edificio puede quedarse aislado o sin servicios temporalmente (inundación de accesos viarios, interrupción de las redes de suministro de energía, agua potable, saneamiento, redes de telecomunicaciones, etc.). En esos casos será necesario contar con un plan de emergencia de autoprotección o familiar.

En esta figura, a modo de ejemplo, se muestra una vivienda en la que se ha impedido que el agua de inundación alcance al edificio (acción <<evitar>>). Para ello, se ha utilizado la linde de la parcela en la que se sitúa el edificio para construir diques de tierra y muros resistentes al agua, y se ha instalado un sistema de drenaje para eliminar las filtraciones y el drenaje interno del cerramiento. Asimismo, se han instalado válvulas anti-retorno en las líneas de alcantarillado y drenajes para evitar el reflujos de aguas residuales a través de los aparatos sanitarios de la planta baja.

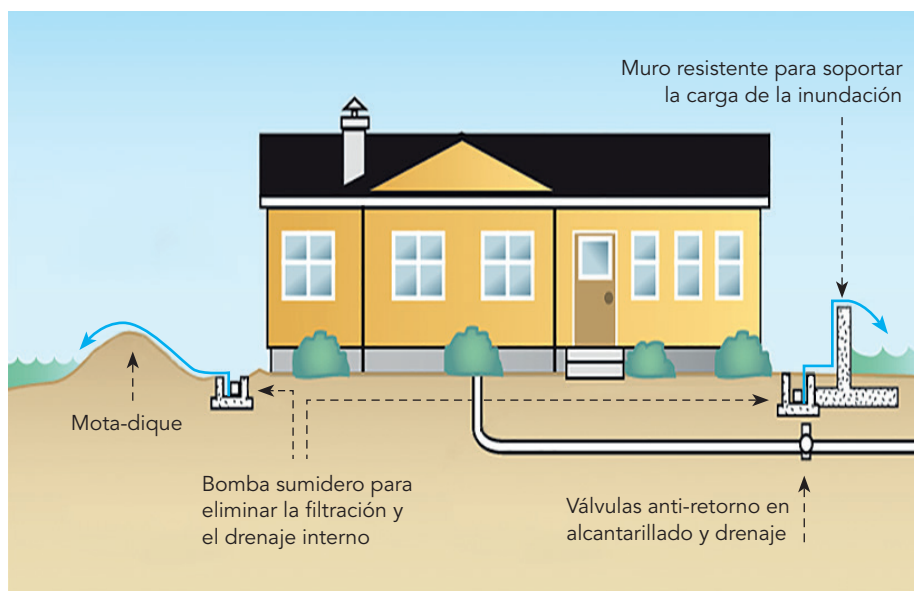


Figura 38. Ejemplo práctico acción EVITAR. Fuente: Homeowner’s Guide to Retrofitting. Six Ways to Protect Your Home From Flooding. FEMA P-312, 3<sup>rd</sup> Edition / June 2014.

Estas medidas se aplicarían siempre y cuando no aumenten el nivel de riesgo a terceros, ni incrementen de manera significativa la inundabilidad del entorno inmediato ni aguas abajo.

Dentro de esta actuación cabe acometer las siguientes medidas:

**a) Diques, muros estancos y barreras permanentes** (ver figuras 39, 40 y 41)

Consiste en la construcción o instalación de medidas de protección permanentes, exteriores o interiores a la parcela, para evitar que las aguas de inundación entren en el edificio.

Es esencial que en el diseño de estas medidas se tengan en cuenta las posibles filtraciones, incorporando un sistema de drenaje en los cerramientos que evacue de la parcela el agua filtrada o el agua de lluvia. Asimismo, es necesario que el dique sea resistente a los empujes del agua y al paso del agua por coronación.

En los fondos de valle del Norte de España es habitual que los muros de cerramiento de las parcelas de los caseríos sean muros estancos y no muy altos. No obstante, se observa en ocasiones cómo se ha sustituido la puerta de entrada a la parcela por una de forja o similar, es decir, un elemento permeable, perdiendo así la función primera del muro.



Figura 39. Muros perimetrales de protección frente a inundaciones. Elizondo (Navarra). Fuente: Gobierno de Navarra.



Figura 40. Puertas de cierre estancas modulares que ofrecen solución de continuidad al muro de cierre, montadas dentro de dos perfiles en U ancladas en una pared. Es posible instalar postes intermedios en áreas más grandes. Fuente: izq.: Aggères. Dcha.: Ryst.

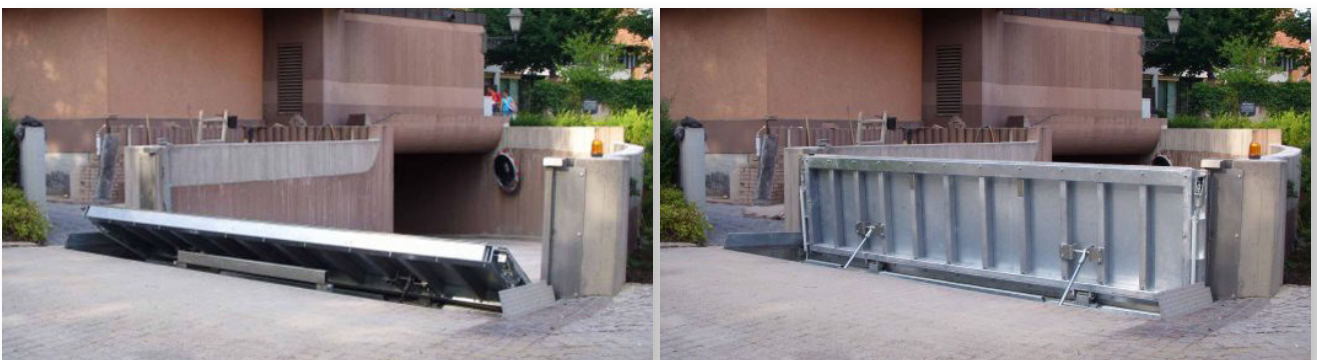


Figura 41. Compuerta abatible neumática, oculta bajo tierra y levantada automáticamente por presión en caso de inundación. Fuente: Aggères.

**b) Terraplenes y movimientos de tierra integrados en el paisaje** (ver figura 42)

En el caso de que la parcela del edificio tenga suficiente terreno, se puede impedir o mitigar la entrada de agua mediante proyectos de explanación, terraplenado, pendientes, caminos, jardines y paisajismo. Se trata de una solución recomendada para edificios en zonas muy llanas y poca altura de agua en caso de inundación.

**c) Barreras anti-inundación temporales** (ver figuras 43 y 44)

Se trata de barreras de carácter temporal que impiden que el agua alcance al edificio. Entre este tipo de medidas se encuentran los clásicos sacos de arena; las vallas de madera o tapiado mediante ladrillos o placas cerámicas a los sacos de materiales absorbentes e hinchables; las barreras metálicas anti-inundación; los diques hinchables, etc.

En este tipo de medidas lo esencial es disponer del tiempo suficiente para su montaje, por lo que no están recomendadas para inundaciones con tiempos de respuesta reducidos (tiempo entre el aviso de una posible inundación y el momento de llegada de dicha inundación).

Asimismo, este tipo de dispositivos requiere generalmente para su montaje la intervención de una persona que, además de tener los conocimientos técnicos para instalarlas, sea físicamente capaz de llevarla a cabo, conozca el lugar en el que se encuentran almacenados y pueda llegar a tiempo a la zona para montarlo antes de que llegue la inundación. Se recomienda, para que su montaje se efectúe de manera efectiva, se realicen prácticas con relativa frecuencia. En ocasiones resultaría aconsejable optar por la instalación de estos sistemas de forma permanente.

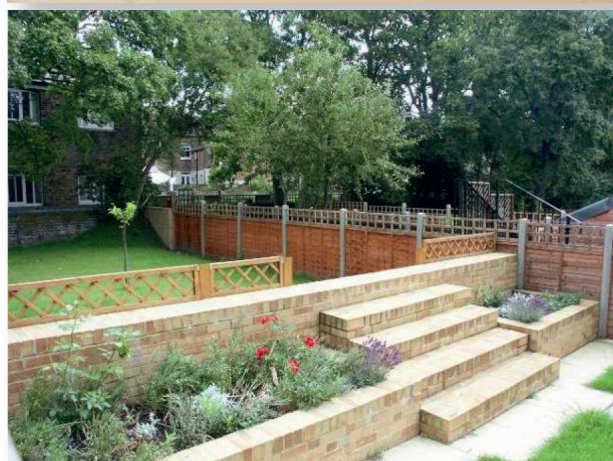


Figura 42. Arriba: estación de bombeo sobreelevada, inundaciones de 2013 en Funes (Navarra). Fuente: Gobierno de Navarra. Abajo: ejemplo de medida de defensa con proyecto de paisajismo. Fuente: Fluvial Design Guide (2010). Environment Agency.



Figura 43. Izq.: barreras anti-inundación temporal de contención móvil con sellado hermético. Fuente: Tandem. Dcha.: barras de protección modular anti-inundación de instalación temporal, con placas de anclaje y perfiles preinstalados hormigonados. Fuente: CAG Canalizaciones.



Figura 44. Urbanización protegida con barreras anti-inundación, Behobia (Gipuzkoa). Fuente: CAG Canalizaciones.

A continuación se recogen las ventajas e inconvenientes de acciones de tipo EVITAR:

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La edificación y área protegida no es alcanzada por el agua de inundación, por tanto, no se generan daños por el agua, la presión hidrodinámica, la erosión, el impacto de elementos flotantes en el edificio.</li> <li>• No se requieren cambios significativos en la estructura del edificio.</li> <li>• Reduce las tensiones físicas, las financieras y las emocionales que acompañan a los eventos de inundación.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Es necesario el drenaje de la lluvia y las infiltraciones.</li> <li>• Pueden necesitar la autorización de las administraciones competentes. Ha de cumplir las ordenanzas municipales y la regulación de los usos del suelo dentro de la zona inundable.</li> <li>• Se puede alterar significativamente la zona inundable en el entorno inmediato o aguas abajo.</li> <li>• El flujo de los caudales desbordados puede verse afectado, creando o empeorando los problemas de inundación a terceros.</li> <li>• Es necesario que el dique/muro/barrera soporte la carga de agua y las infiltraciones (en caso de producirse).</li> <li>• Se requiere mantenimiento periódico.</li> <li>• En el caso de que se trate de medidas temporales requiere intervención humana y notificación de la emergencia con suficiente tiempo para la instalación de las medidas de protección.</li> <li>• No elimina la necesidad de evacuar el edificio durante las inundaciones.</li> <li>• La accesibilidad al o desde el edificio queda interrumpida. En caso de fallo de los cierres, si los ocupantes se encuentran en el interior del edificio pueden verse en peligro.</li> <li>• Es necesario un plan de emergencia en casos de inundaciones de larga duración.</li> <li>• En caso de inundaciones con altas velocidades o inundaciones por oleaje hay que analizar cuidadosamente las medidas.</li> <li>• En los casos en que las aguas de inundación arrastran sedimentos o flotantes, éstos pueden dañar las medidas de protección.</li> <li>• Si el agua supera el nivel de protección puede causar daños importantes en la parcela y puede alcanzar la estructura del edificio.</li> </ul>

Tabla 5. Ventajas e inconvenientes de la acción EVITAR.



#### 4.1.2. RESISTIR a la entrada de agua en el edificio

Con este tipo de medidas se intenta impedir que el agua entre en el edificio, aunque ésta ya esté en contacto con el mismo, por medio de medidas de carácter permanente, como la eliminación de fisuras y rutas de penetración de agua, paredes, etc., o de carácter temporal, como la obturación de aberturas con barreras móviles, sacos de materiales absorbentes, etc. El objetivo de la acción es conseguir la estanquidad del edificio.

Es sin duda la actuación para adaptar edificios más reconocida e intuitiva para todos, ya que ante la subida de las aguas tradicionalmente se han colocado sacos de arena, tablonces de madera o tapiado parcial con ladrillo en las aberturas de las puertas y las ventanas.

Al igual que en el caso de las medidas tipo EVITAR, es posible que el edificio se quede aislado o sin servicios temporalmente, por lo que será necesario tener previsto un plan de emergencia de autoprotección o familiar.

En la siguiente figura se muestra un edificio en el que se ha impedido que entre el agua de inundación (acción <<resistir>>). Para lograr que el edificio sea estanco se han sellado las paredes con recubrimientos impermeables; se han equipado con barreras anti-inundación a las puertas y las ventanas cuyos umbrales están por debajo del nivel de inundación, y se han instalado válvulas anti-retorno en las tuberías de saneamiento y desagües para evitar que las aguas residuales entren en el edificio a través de los aparatos sanitarios de la planta baja.

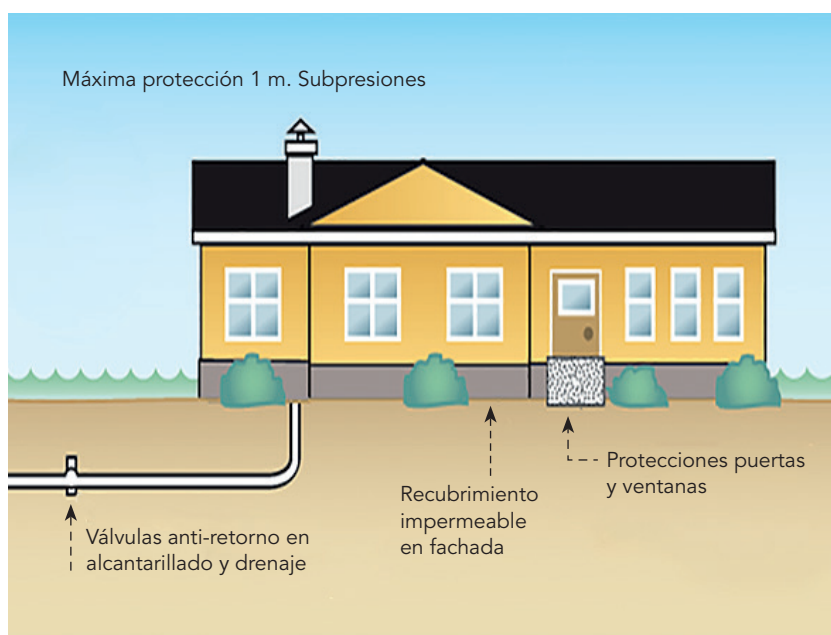
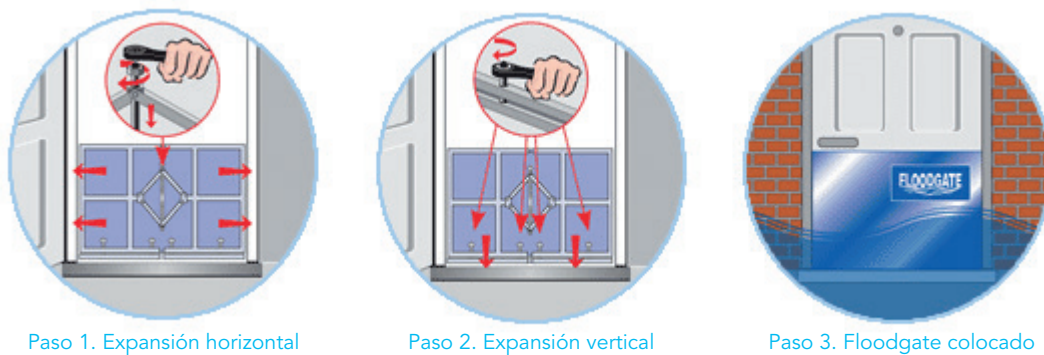


Figura 45. Ejemplo práctico acción RESISTIR. Fuente: Homeowner's Guide to Retrofitting. Six Ways to Protect Your Home From Flooding. FEMA P-312, 3<sup>rd</sup> Edition / June 2014.

Este tipo de actuaciones son muy eficaces para reducir los daños materiales, pero hay que tomar precauciones, dado que:

- a) Cuando la **altura máxima** del **nivel de inundación** es mayor de 1,2 metros, la presión sobre las fachadas, los muros y la cimentación del edificio es esperable el agravamiento de defectos ya existentes en la estructura. Este problema se produce también por subpresión o diferencias de presión hidrostáticas.
- b) Una **duración de la inundación** menor de 48 horas limita los daños al evitar filtraciones. No es posible impedir indefinidamente que el agua entre en un edificio una vez se ha producido el contacto con él. Como medida de emergencia se recomienda disponer de un sistema de bombeo autónomo dentro del edificio para vaciar el agua acumulada.
- c) Los **dispositivos de bloqueo temporal** -análogamente a lo que ocurre con las medidas temporales tipo EVITAR- requieren que el tiempo de respuesta sea suficiente para permitir el montaje de los mismos. Igualmente hay que familiarizarse con el sistema de montaje, el lugar de almacenamiento y realizar prácticas con relativa frecuencia. En ocasiones sería preferible optar por la instalación de estos sistemas de forma permanente.



Paso 1. Expansión horizontal

Paso 2. Expansión vertical

Paso 3. Floodgate colocado

Figura 46. Instalación de barrera anti-inundación Floodgate. Fuente: CAG Canalizaciones.

Todos los sistemas de seguridad que necesiten suministro eléctrico deben disponer de un **SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida**.

Antes de emprender un proyecto para adaptar el edificio se debe consultar a un profesional que analice las subpresiones y las presiones hidrostáticas que se generan al no ser contrarrestada la presión hidrostática del agua del exterior en fachadas, muros y suelo.

A diferencia del caso de las acciones del tipo EVITAR, las acciones del tipo RESISTIR, afectan a la estructura del edificio (fachada, puertas, ventanas, etc.).

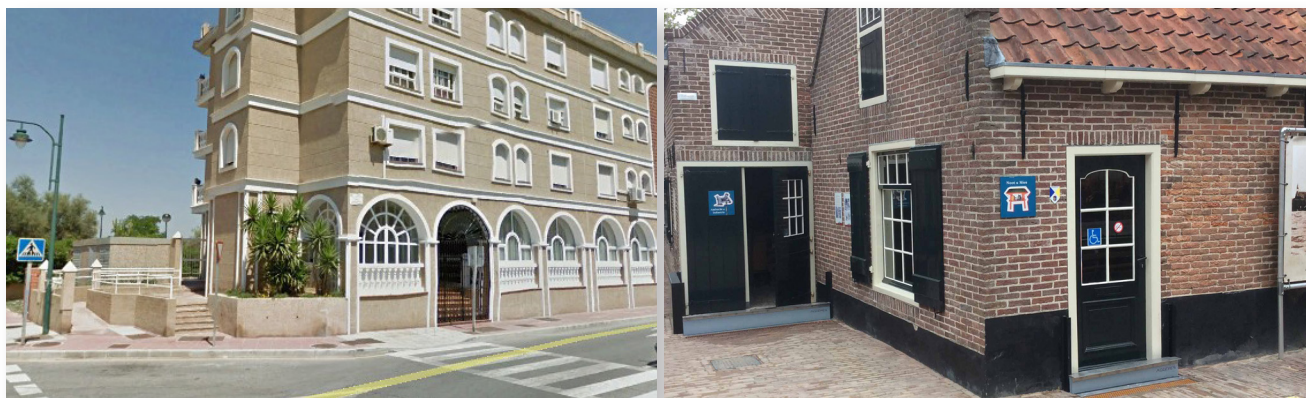


Figura 47. Izq.: edificio de viviendas adaptado a las inundaciones, en el que se han elevado los umbrales de puertas y ventanas a través de los cuales podría penetrar el agua. Guadalmar (Málaga). Fuente: Google Street View. Dcha.: edificio protegido con barras de protección anti-inundación con autocierre por presión de agua. Fuentes: Aggérés.

Dentro de este tipo de actuación cabría llevar a cabo las siguientes medidas:

- Sellado de las paredes exteriores del edificio mediante recubrimientos impermeables, como membranas, paneles, enfoscado, etc.
- Solado mediante hiladas de ladrillo a prueba de humedad o bien de hormigón con una membrana impermeable. Este método suele ser más eficaz cuando las presiones de agua subterránea son bajas (lo que requerirá el análisis de las subpresiones). En cualquier caso, hay que tener en cuenta las juntas con las paredes y los muros.
- Elevación de los umbrales de puertas y ventanas mediante medidas de protección automáticas o manuales, permanentes o temporales. En algunas viviendas es posible conseguirlo de forma permanente colocando un escalón a la entrada o instalando barreras anti-inundación en ventanas o puertas que aseguren su estanqueidad. O bien, mediante dispositivos de bloqueo temporal como: compuertas no automáticas, barreras móviles de protección anti-inundaciones, sacos de arena o de materiales absorbentes, elementos hinchables, tabiques con ladrillo especial, etc.



Figura 48. Izq.: edificio con escalones a la entrada. Fuente: DGPCyE. Centro: puerta estanca permanente. Fuente: Flood control internacional. Dcha.: módulo anti-inundaciones adaptable a puertas. Fuente: Ingeliur.



Figura 49. Medidas de protección anti-inundación temporales para puertas. Fuentes: izq. y centro: Aggères; dcha.: Digebis.



Figura 50. Industria protegida con compuertas anti-inundación, Elgóibar (Gipuzkoa). Fuente: CAG Canalizaciones.

- Protección de los huecos de aireación o similares.
- Revisión de la cimentación, su impermeabilización y sistema de drenaje, lo que requerirá el análisis de subpresiones.
- Impermeabilización de la planta baja o sótano en forma de “caja hermética”. Los sótanos son propensos a las inundaciones, por lo que requieren de un cuidadoso análisis del problema, un buen proyecto y una buena construcción. El sellado de sus paredes puede conducir a un aumento en la presión del agua, con riesgo de daño estructural. Dicha presión dependerá de dos factores relacionados: el máximo nivel freático y la profundidad del sótano debajo del nivel freático, y los puntos débiles que tenga la estructura.

La presión se ejerce igualmente en todas las direcciones horizontales y verticales, independientemente del ángulo de la superficie sobre la que actúa.

- Revisión de desagües y tuberías: instalación de válvulas anti-retorno de los desagües, lo que evitará que las aguas residuales retornen hacia la propiedad a través de las tuberías del saneamiento a las que conectan los inodoros, las duchas, los lavabos, los desagües de la lavadora y el lavavajillas de la planta baja.
- Revisión de las fosas sépticas y pozos negros. Si están bien contruidos no deberían causar problemas, aunque éstos surgirán posiblemente cuando suba el nivel freático, lo que pondrá a prueba la integridad de la estructura. Con pequeñas fugas quizás se llene el depósito. Cabe plantearse incluir una bomba en la salida para aguas residuales. En cualquier caso, es importante minimizar la contaminación. El diseño de los sistemas de bombeo de aguas negras es complejo.
- Utilización de materiales resistentes.

En el *apéndice 4* se recoge un **listado de materiales resistentes**.

Por último, en el caso de **nuevas construcciones** se puede optar por construir el edificio de forma que el primer piso habitable esté por encima de los niveles de inundación. Esta es la forma recomendable de evitar daños si no queda más remedio que construir en zona inundable, por ejemplo, en suelo urbano consolidado (siempre que cumplan los requisitos y especificaciones de las normativas vigentes).

Atendiendo a la zona impermeabilizada, existen los siguientes tipos de actuación: **edificio elevado con muro-fachada** (muro de carga o no) hasta la cimentación, o **edificio pilotado y exento**. Esta segunda opción se recomienda en grandes llanuras de inundación. Asimismo, en algunos inmuebles cabe la opción de levantarlos lo suficiente para que la planta baja sirva de garaje.

En el caso de edificaciones existentes, esta medida solo se contemplaría para disminuir la vulnerabilidad de edificios singulares, en los que se compense la inversión en el proyecto y obra de la actuación.



*Figura 51. Ejemplo de edificio pilotado. Viviendas en Saint-Pierre-des-Corps (Francia). Fuente: Comment saisir les opérations de renouvellement urbain pour réduire la vulnérabilité des territoires inondables face au risque d'inondation? Principes techniques d'aménagement. CEPRI.*

Es esencial estudiar la cimentación existente, ya que la solución para levantar el edificio depende de ella. Una vez elevado, la nueva cimentación sería del mismo tipo o diferente. Es necesario adaptar los accesos de entrada y salida.

En la siguiente tabla se recogen las ventajas e inconvenientes de acciones de tipo RESISTIR:

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reduce los daños por inundación en el edificio, siempre y cuando no se supere un determinado umbral de inundación (nivel de protección).</li> <li>• Los costes son menores que otras acciones de adaptación.</li> <li>• No requiere disponer de parcela exterior.</li> <li>• Reduce las tensiones físicas, financieras y emocionales que acompañan a los eventos de inundación.</li> <li>• Conserva la estructura actual del edificio y en principio evita cambios significativos en su estética, salvo en el caso de elevar un edificio existente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Si el agua supera el nivel de protección es posible que cause daños importantes en la estructura del edificio y su contenido.</li> <li>• Quizás se produzcan daños en el exterior del edificio.</li> <li>• A veces se requerirían modificaciones invasivas en la estructura del edificio.</li> <li>• Generalmente requiere intervención humana (medidas temporales) y notificación de la emergencia con suficiente tiempo para la instalación de medidas de protección.</li> <li>• Las fugas en el sistema de sellado pueden producir daños en el edificio y su contenido.</li> <li>• Se requiere mantenimiento periódico.</li> <li>• No se contrarresta la presión hidrostática del agua del exterior en paredes y suelo.</li> <li>• La duración de la inundación no debería superar las 48h.</li> <li>• No elimina la necesidad de evacuar el edificio durante las inundaciones.</li> <li>• La accesibilidad al o desde el edificio queda interrumpida. En caso de fallo de los cierres, los ocupantes presentes en el interior del edificio estarían en peligro.</li> <li>• Es necesario un plan de emergencia en casos de inundaciones de larga duración.</li> <li>• En caso de inundaciones con altas velocidades o inundaciones por oleaje hay que analizar cuidadosamente las medidas.</li> <li>• En los casos en que las que las aguas de inundación arrastran sedimentos o flotantes, éstos probablemente dañarían las medidas de protección.</li> <li>• En caso de que fallen las medidas habría que tener un mínimo de adaptación (ver TOLERAR) o una medida de emergencia (bomba de achique, resguardo o salida de emergencia).</li> </ul>

Tabla 6. Ventajas e inconvenientes de la acción RESISTIR.

### 4.1.3. TOLERAR la inundación adaptando el interior del edificio

En algunas circunstancias es inevitable que el agua alcance el edificio (<<evitar>>) y se hace imposible impedir que el agua entre en él (<<resistir>>) ya que las medidas a adoptar no son factibles o son demasiado costosas. La única solución que queda entonces es <<tolerar>>, es decir, transigir con la entrada de agua y adaptar el interior del edificio. Para ello, se han de tomar en consideración todas las medidas necesarias para no comprometer la seguridad de las personas, evitar daños importantes en el edificio (estructura, equipamientos o servicios y bienes) y evitar efectos dominó o cascada.

En la medida de lo posible, las plantas del edificio en las que se tolere la inundación no deberían ser habitables ni contener bienes importantes y sería recomendable tener adaptados los equipamientos y servicios. Se trata pues de cambiar el uso del espacio y diseñar zonas con doble uso: uno durante el funcionamiento normal del edificio y otro durante la inundación. A veces, al entrar el agua en el edificio en caso de inundación, el daño asumido es significativo, especialmente cuando las características de la inundación son graves.

Esta acción no se recomienda en caso de inundaciones con altas velocidades o inundaciones por oleaje. El agua que entra a gran velocidad en estancias puede causar remolinos muy peligrosos y mover objetos pesados que pueden herir gravemente a quien se encuentre en el interior.

Es imprescindible contar con un **plan de emergencia** de autoprotección o familiar.

En la siguiente figura se muestra una vivienda en la que se ha admitido que el agua de inundación entre en el edificio (acción <<tolerar>>). Para ello se han adaptado la planta baja y el sótano, empleando materiales resistentes al agua, elevando los equipamientos por encima del nivel de inundación y modificando los accesos a la primera planta. Se crea de esta manera un recinto en el que los daños que potencialmente se produzcan sean mínimos. El nivel inferior de la vivienda ha cambiado de uso, destinándolo únicamente a acceso, garaje y lugar de almacenamiento. Asimismo, se han instalado compuertas de drenaje en las paredes que permiten la salida de agua del interior del edificio para aliviar la presión hidrostática.

Dentro de esta actuación se adoptarían las siguientes medidas:

- Revestir las paredes con materiales resistentes hasta la línea base de protección (por ejemplo azulejos) e instalar un sistema de drenaje especial en las paredes.
- Solar con materiales resistentes, por ejemplo baldosas (evitar madera). No poner moquetas, en su lugar utilizar alfombras (que en caso de inundación habrá que salvarlas previamente).
- Instalar un zócalo o rodapié resistente al agua.
- Instalar carpintería metálica resistente a la corrosión o de PVC.
- Adaptar las puertas interiores instalando puertas sintéticas o enceradas o asegurando que las puertas de madera sean fáciles de quitar antes de una inundación.
- Adaptar los accesos, construyendo con materiales resistentes al agua.
- Instalar un sistema de drenaje en la planta baja o sótano y cambiar de uso, evitando pérdidas o daños importantes.
- Revisar la cimentación, su impermeabilización y su sistema de drenaje, lo que requerirá el análisis de subpresiones.
- Revisar las fosas sépticas y pozos negros, análogo a lo citado en la actuación RESISTIR.
- Utilizar en general materiales resistentes al agua o usar materiales reemplazables con facilidad o poco alterables.

En el *apéndice 4* se muestra a modo de ejemplo un **listado de materiales resistentes**.

- Adaptar equipamientos y servicios (ver apartado 4.3).
- Como medida complementaria, disponer de una bomba de achique, un Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI).

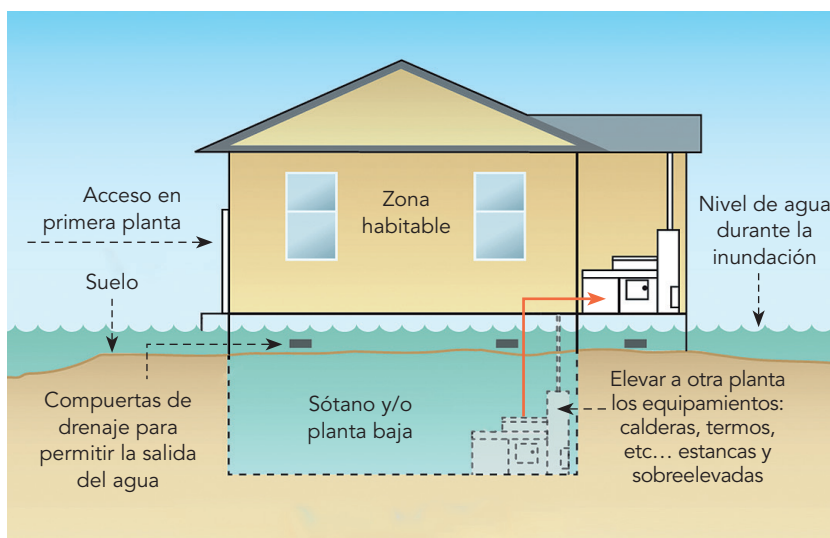


Figura 52. Ejemplo práctico acción TOLERAR. Fuente: Homeowner's Guide to Retrofitting. Six Ways to Protect Your Home From Flooding. FEMA P-312, 3<sup>rd</sup> Edition / June 2014.



Figura 53. Adaptación de accesos al edificio y cambio de usos de planta baja. Fuente: arriba: CCS y abajo: Inclam.

**Recomendaciones de bombeo en sótanos:**

- Las bombas funcionan mejor cuando la entrada se instala en un punto bajo (un sumidero).
- Pueden ser eléctricas o de gasolina/diésel. Las bombas eléctricas quizás sean la mejor opción, pero se debe asegurar el suministro eléctrico, y es posible que se necesite un generador de respaldo (SAI) en caso de cortes de energía durante una inundación. Las bombas de gasolina o diésel son más ruidosas y requieren el almacenaje del combustible, que a su vez puede contaminar el agua si no se almacena con cuidado; los generadores pueden producir gases de monóxido de carbono, potencialmente letales, por lo que hay que instalarlos correctamente.
- Solo se debe bombear cuando los niveles del agua fuera del edificio son más bajos que en el interior, para reducir así el riesgo de daños estructurales. Es necesario ponerse en contacto con un técnico de estructuras antes de bombear aguas muy profundas de los sótanos.
- Una bomba de buena calidad debe durar alrededor de 10 años. Sin embargo, eso depende de la frecuencia con que se utiliza y de la acidez, de la salinidad y la contaminación del agua. Hay que comprobar regularmente el estado de la bomba haciéndola funcionar, y realizar las tareas de limpieza y mantenimiento al menos una vez al año. Desconectar la bomba de la fuente de alimentación antes de manipularla o limpiarla.

Hay que tener en cuenta que el agua bombeada es susceptible de causar inundaciones en otras partes.

Si se opta por la opción TOLERAR, se debería complementar el conjunto de medidas con una solución de emergencia, habilitando una estancia seca a modo de refugio, instalada en la planta superior, y/o instalando aberturas de salida a un piso superior, al tejado o a la terraza, siempre y cuando éstos sean transitables y seguros. Quizás estas actuaciones están ya instaladas como medidas de emergencia contra incendios.

A continuación se muestran las ventajas e inconvenientes de acciones de tipo TOLERAR:



Figura 54. Sádaba (Zaragoza), un día después de la inundación de octubre de 2012. Salida de emergencia a escalera. Fuente: CHE.

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• En ocasiones es la única solución viable, salvo la retirada o abandono.</li> <li>• Reduciría los daños por inundación considerablemente en el edificio y su contenido, incluso con poca inversión.</li> <li>• Rebaja considerablemente las fuerzas ejercidas en paredes y suelo debidas a la presión hidrostática.</li> <li>• Los costes pueden ser menores que en otras acciones de adaptación.</li> <li>• No requiere disponer de parcela exterior.</li> <li>• Reduce las tensiones físicas, financieras y emocionales que acompañan a los eventos de inundación.</li> <li>• Permite la combinación de medidas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• No se recomienda en caso de inundaciones con altas velocidades o inundaciones por oleaje.</li> <li>• Si el agua supera el nivel de protección posiblemente cause daños importantes en la estructura del edificio y su contenido.</li> <li>• Posiblemente requerirán al diseño de un profesional.</li> <li>• A veces se precisarían modificaciones invasivas en la estructura del edificio y adaptación de los equipamientos y servicios (electricidad, agua potable, etc.).</li> <li>• Se requiere mantenimiento periódico.</li> <li>• Generalmente requiere intervención humana y notificación de la emergencia con suficiente tiempo para preparar el edificio y el contenido.</li> <li>• No elimina la necesidad de evacuar durante las inundaciones.</li> <li>• Puede inhabilitar la vivienda por un tiempo hasta la vuelta a la normalidad.</li> <li>• Es imprescindible disponer de un plan y de soluciones de emergencia.</li> <li>• En las zonas en las que se permite la entrada de agua cabe encontrar contaminación por aguas residuales, productos químicos u otros materiales arrastrados que precisarían de una limpieza intensa.</li> <li>• Requiere intervención humana para evacuar el agua de inundación del edificio (bombeo) y precaución con el achique en sótanos, porque puede dañar la estructura del edificio (variación rápida de la presión hidrostática).</li> </ul>

Tabla 7. Ventajas e inconvenientes de la acción TOLERAR.

#### 4.1.4. RETIRAR fuera de la zona inundable

Esta opción se plantea como recurso extremo cuando los impactos potenciales de la inundación son muy graves y las medidas para reducir la vulnerabilidad no son suficientemente efectivas o viables. Dentro de esta actuación cabe **demoler y/o abandonar el edificio**. Cuando el edificio ha sufrido inundaciones severas que han causado daños estructurales importantes, esta actuación probablemente sea la más práctica.

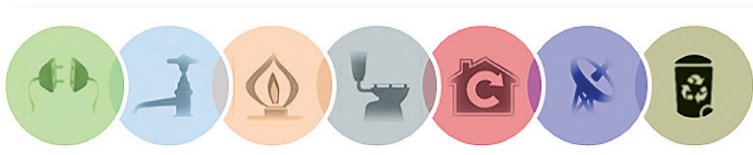
Las ventajas e inconvenientes de acciones de tipo RETIRAR son:

Ventajas	Inconvenientes
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se elimina el riesgo por inundación de personas y bienes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resulta generalmente muy costoso.</li> <li>• Hay que adquirir un nuevo edificio o buscar otro emplazamiento.</li> <li>• Carga emocional por cambio de vivienda.</li> </ul>

Tabla 8. Ventajas e inconvenientes de la acción RETIRAR.

#### 4.2. Métodos de mitigación de los daños en equipamientos y servicios

Los edificios están provistos de una variedad de equipamientos y de servicios de apoyo que están incluidos en el valor del continente de la propiedad y que también requieren ser adaptados.



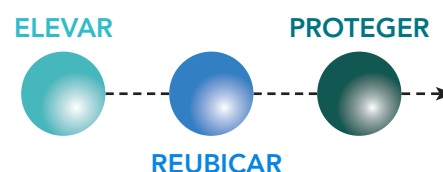
Los principales servicios se recogen en la siguiente tabla:

Servicios	Equipamientos
Sistemas eléctricos	Cableado, interruptores, enchufes, cuadros eléctricos, domótica, puntos de luz, contadores, etc.
Sistemas de agua	Líneas de agua fría y caliente, bombas de presión, partidores de presión, termos, riegos, piscina, pozos privados, depuradora, depósitos de agua, contadores, etc.
Gas	Calderas, tuberías, bombonas y tanques de almacenamiento, contadores, etc.
Sistemas de gestión de aguas residuales	Sanitarios, líneas de saneamiento, fosas sépticas, drenajes, etc.
Sistemas de climatización	Aire acondicionado y bombas de calor, compresores, almacenamiento de combustible, etc.
Sistemas de comunicación	Servicios de telefonía básica (TB), a la red digital de servicios integrados (RDSI), a las telecomunicaciones por cable (TLCA) y a la radiodifusión y televisión (RTV), videopertero, etc.
Sistemas de gestión de residuos	Tuberías, bombas, compuertas de vertido o bocas de entrada, almacenaje intermedio de basuras, etc.
Sistemas de protección	Sistema de control de incendios, sistema de control de seguridad, sistema de alimentación eléctrica ininterrumpida (SAI), etc.
Sistemas electromecánicos	Ascensores, puertas de garajes, accionamiento de toldos y persianas, bombas de drenaje, etc.

Tabla 9. Listado servicios y equipamientos asociados.

Las medidas para reducir la vulnerabilidad de los equipamientos y servicios de un edificio se engloban en tres tipos de acciones:

1. **ELEVAR**, que consiste en subir el equipamiento por encima del nivel de protección.
2. **REUBICAR**, que consiste en modificar el emplazamiento del equipamiento, generalmente a una planta superior.
3. **PROTEGER**, que consiste en mantener la ubicación del equipamiento, pero tomando las medidas necesarias para limitar el daño y reducir el tiempo para la vuelta a la normalidad.



Antes de modificar cualquier equipamiento gestionado por una compañía de servicios públicos (por ejemplo electricidad, agua o gas), se ha de verificar con la compañía si hay algún requisito que prohíba la elevación o



reubicación, o restrinja la altura de la misma. También se ha de tener presente que no está permitido mover o elevar los equipamientos sin el permiso de la compañía de servicios públicos. Asimismo, en caso de decidir realizar algún tipo de actuación, se deberá realizar un nuevo diseño del sistema por un técnico homologado.

Finalmente, hay que tener en cuenta que la mayoría de los equipamientos deben permanecer accesibles para su mantenimiento. Por ejemplo, la compañía de gas debe ser capaz de llegar al tanque del combustible para llenarlo o vaciarlo, o para hacer las inspecciones periódicas.

#### 4.2.1. ELEVAR el equipamiento por encima del nivel de inundación

El objetivo es instalar el equipo de servicio por encima del nivel de inundación. Siempre que sea posible, la cota mínima de la nueva ubicación ha de estar por encima del nivel de protección.

Los equipos instalados en fachadas exteriores (por ejemplo, un contador eléctrico, líneas eléctricas, telefónicas y de televisión por cable) normalmente se colocan sobre la misma pared.

Los equipos colocados sobre el suelo, como compresores de aire acondicionado, bombas de calor pueden elevarse sobre un plinto, pedestal o plataforma. Si el equipo es voluminoso esta solución quizás sea inestable debido a la acción del agua, requiriendo apoyo adicional o anclaje, tanto en el interior como en el exterior del edificio.

Si el agua de inundación afecta a los enchufes, los interruptores eléctricos, etc. dañaría la instalación eléctrica. Aunque no es común en edificación, estos elementos se pueden ubicar por encima del nivel habitual siempre que se cumpla con la normativa de edificación.

En ocasiones, la altura del agua de inundación limita el espacio disponible para elevar ciertos equipos, siendo solo viable esta solución para los más pequeños (por ejemplo, componentes de sistemas eléctricos, conductos de ventilación o equipos diseñados para estar suspendidos del techo). En el caso en el que el agua pudiera alcanzar el techo, la elevación de los equipos no tendría justificación y habría que pensar en otro tipo de medida.

#### 4.2.2. REUBICAR el equipamiento

Cuando no es viable elevar el equipamiento o servicio, o es muy costoso y se dispone de otra planta superior, se recomienda reubicar los equipamientos más sensibles en dicha planta.



Figura 55. Izq.: compresor de bomba de calor/frío instalado sobre un plinto. Fuente: Homeowner's Guide to Retrofitting, Six Ways to Protect Your Home From Flooding, FEMA P-312, 3<sup>rd</sup> Edition / June 2014. Dcha.: interruptores eléctricos elevados a 1,7 m en vivienda húngara. Fuente: Manuel Cayuela.

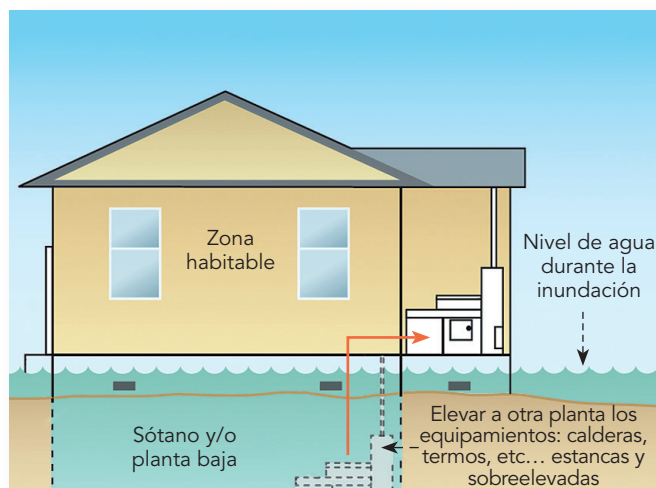


Figura 56. Reubicación del cuarto de servicios a la planta inmediatamente superior. Fuente: Homeowner's Guide to Retrofitting, Six Ways to Protect Your Home From Flooding, FEMA P-312, 3<sup>rd</sup> Edition / June 2014.

La reubicación generalmente requiere más modificaciones tanto dentro del edificio como del propio servicio, pero proporciona un mayor nivel de protección contra las inundaciones. Una opción es construir un cuarto de servicios nuevo en la planta inmediatamente superior.

### 4.2.3. PROTEGER el equipamiento

Cuando la elevación y la reubicación no son viables, cabría proteger el equipo de servicio con algunas de las siguientes medidas:

- Instalar barreras permanentes o muros de contención alrededor del elemento a proteger. En el caso de conocer la altura del agua de inundación, ésta se utilizaría como referencia para establecer la altura mínima de protección. Esta opción es útil para defender depósitos.
- Impermeabilizar con revestimientos o aislantes la zona de las instalaciones, principalmente cuadros eléctricos, calderas o depósitos de combustible, es decir, conseguir una estancia estanca.
- Si no es posible conseguir la estanqueidad existen elementos que permiten la evacuación del agua como: materiales filtrantes, pozos y bombas de achique.
- Anclar elementos, evitando vuelcos y flotaciones.
- Instalar válvulas anti-retorno en los desagües que impidan la entrada de aguas residuales desde la red de saneamiento.

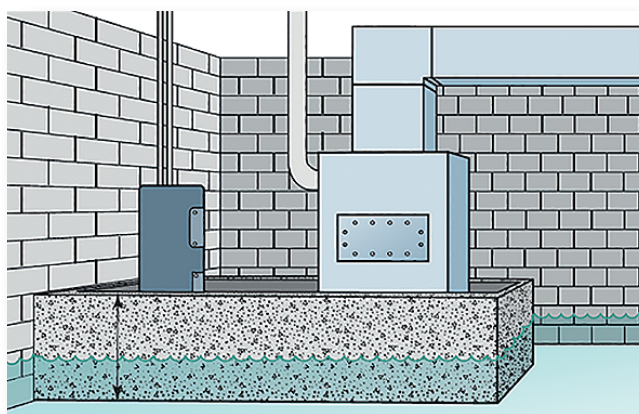


Figura 57. Ejemplo de protección con muro de contención perimetral. Fuente: Homeowner's Guide to Retrofitting. Six Ways to Protect Your Home From Flooding. FEMA P-312, 3<sup>rd</sup> Edition / June 2014.

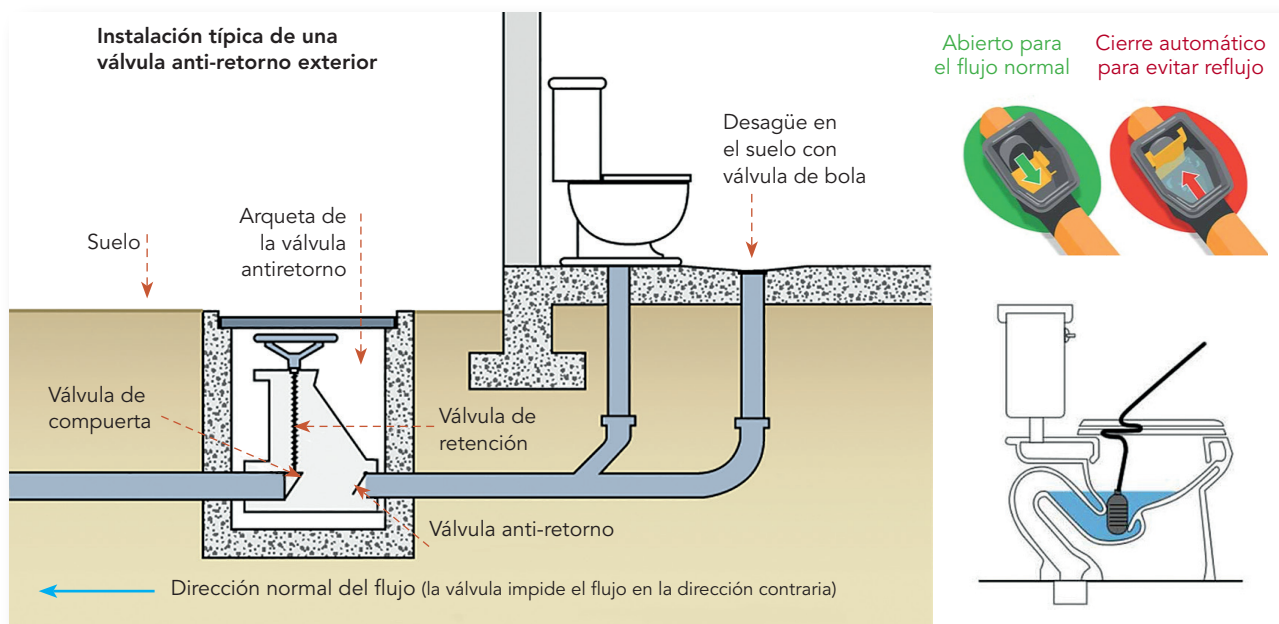


Figura 58. Ejemplos de válvula anti-retorno. Izq.: Fuente: Homeowner's Guide to Retrofitting. Six Ways to Protect Your Home From Flooding. FEMA P-312, 3<sup>rd</sup> Edition / June 2014. Dcha.: arriba: válvula anti-retorno, solución permanente, abajo: tubo inflable de bloqueo de sanitarios, solución temporal. Fuente: Aggères.

En el *apéndice 1* se recoge un **catálogo de posibles medidas** para reducir la vulnerabilidad del edificio que incluyen los sistemas de protección contra el retorno de aguas residuales.

### 4.3. Métodos de mitigación de los daños a personas y bienes

Además de la estructura y los servicios, los edificios alojan personas y bienes (contenido). Y aunque el edificio esté asegurado e impermeabilizado, hay muchas tareas que es factible realizar para protegerse y estar preparado. Hay que recordar que hay objetos que no se pagan con dinero; que es importante no aumentar el daño desencadenando otro desastre como podría ser un incendio (efecto dominó o cascada), y que es posible quedarse aislado durante días.

Para **proteger a las personas** permaneciendo a salvo durante la inundación, se recomienda desarrollar un **plan de emergencia familiar**. En caso de que el edificio se destine a uso comercial, industrial, etc. este plan debe ajustarse a la actividad que se desarrolle, n° de personas que allí trabajen, vivan, etc. según la Norma Básica de Autoprotección (RD 393/2007, de 23 de marzo).

Dentro de las acciones a llevar a cabo, destacan:

1. Disponer de un kit de emergencia:
  - Incluir el siguiente contenido:
    - Agua potable, alimentos enlatados, mantas, linterna, jabón, juegos de llaves extra para coche y vivienda y navaja multiusos.
    - Botiquín de primeros auxilios y aquellos medicamentos que usan de manera habitual o esporádicamente los miembros de la unidad familiar.
    - Radio a pilas, baterías en buen estado y recargadas y cargador para el móvil.
    - Calzado impermeable o botas de agua.
    - Listín de teléfonos de la familia y los servicios de emergencia.
  - Guardar el kit de emergencia en un lugar conveniente, conocido por toda la familia; mantener una versión reducida del equipo en el coche.
  - Reevaluar el contenido del equipo y las necesidades familiares una vez al año. Reemplazando baterías, ropa, etc. y comprobando las fechas de caducidad.
2. Dejar los números de teléfono de emergencia al lado del teléfono y enseñar a los niños cómo llamar al teléfono de información general del Centro Coordinador de Emergencias y Seguridad 112 (24 horas) de la provincia.
3. En caso de disponer de servicio de avisos por SMS, darse de alta (y/o registrarse) para recibir alertas de inundación.
4. Planificar y practicar la evacuación con su familia:
  - Identificar las vías y lugares de evacuación, puntos de concentración y medios de transporte a utilizar.
  - Asignar las tareas a realizar por cada miembro de la familia.
  - Acordar la persona de contacto (amigo o familiar), que resida fuera de la zona inundable, para aquellos casos en los que los miembros de la familia no estén juntos en el momento de la inundación y las líneas en la zona de emergencia se colapsen.
  - Familiarizarse con los planes de emergencia locales.
  - Tener organizado cómo evacuar a las personas con dificultades especiales (niños, ancianos, enfermos, heridos, discapacitados, etc.). En el caso de actividades económicas o culturales es importante analizar la forma de comunicación cuando las personas a evacuar no hablan el mismo idioma.
5. Tener un plan para proteger a las mascotas.
6. Tener cobertura aseguradora para los daños personales (seguro de vida o accidentes).

En el *apéndice 5* se ofrece una orientación de cómo planificar un protocolo de actuación durante una inundación: **plan de emergencia**.

Para **proteger los bienes**, se recomienda:

1. Adaptar la situación o ubicación de los bienes:
  - Siempre que sea posible y útil, elevar las neveras y otros aparatos eléctricos.
  - Resguardar los objetos de valor, situándolos en los puntos más altos del inmueble. Comprar bolsas grandes o rollos de PVC para proteger los elementos que son difíciles de mover, como aparatos eléctricos, sofás, etc.
  - Sustituir moquetas por alfombras, trasladables a lugar seco antes de la llegada del agua.
2. Contratar una póliza de seguro de la propiedad (vivienda, actividad económica, sanitaria, social, etc.) y el vehículo, así como estar al corriente del pago de las primas correspondientes.
3. Recopilar en una carpeta toda la documentación personal y/o jurídica y guardarla en un lugar seguro, como un recipiente impermeable preservado en algún armario que no flote o similar, o en una caja de seguridad. Como documentación básica a proteger está:
  - Una copia de las pólizas de seguros, los últimos recibos y los teléfonos de contacto.
  - Un inventario de la casa o actividad: para efectos del seguro, es importante mantener un registro escrito y gráfico (vídeos o fotografías) de los principales elementos y objetos de valor domésticos, incluso los almacenados en sótanos, áticos o garajes, así como facturas y garantías de electrodomésticos, aparatos electrónicos, muebles, etc. En el caso de tener joyas y obras de arte, además de haberlas declarado en el seguro como contenido, se debe guardar la tasación, en caso de disponer de ella. Estos documentos son de importancia crítica en la presentación de reclamaciones al seguro.
  - Copias del resto de documentos críticos, como la documentación de la propiedad, del banco, los recibos de compras importantes, los contratos de alquiler, etc. En el caso de tratarse de un local comercial: los contratos de los empleados, proveedores, clientes, etc. y la información contable y financiera.

Asimismo, se recomienda **preparar el edificio** con el fin de disminuir la afección a las personas y a los bienes.

Para ello se recomienda:

- Revisar los accesos al edificio, evitando obstáculos en las vías de evacuación. En el caso de contar con refugios o salidas de emergencia, comprobar su acceso.
- Limpiar las bajantes y las canalizaciones, eliminando toda la acumulación de escombros, hojas, tierras, etc. que obstaculicen el paso del agua del edificio a la red de alcantarillado.
- Asegurar los elementos sueltos inestables y flotantes, anclar tanques de combustible o similares.
- En caso de que en el edificio se localicen puntos de entrada de agua que se puedan dirigir hacia zonas bajas (sótanos, garajes, etc.) y sea factible acumular ese agua allí, se recomienda disponer una bomba de achique.
- Contar con baterías o SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida).
- Instalar una alarma de agua que permita detectar si el agua se acumula en el sótano.
- Señalizar la piscina.
- Si se dispone de barreras anti-inundación temporales como sacos terreros o de materiales absorbentes, compuertas, etc. almacenarlas en un sitio accesible y no inundable.
- Evitar contaminaciones, poniendo los combustibles y los productos tóxicos (herbicidas, insecticidas, etc.) fuera del alcance del agua, por encima del nivel de protección.

Siempre que sea posible, no dejar el **vehículo** aparcado en zona potencialmente inundable como algunos garajes, rieras, ramblas, barrancos, regatas o frente marítimo.

### 4.4. Selección de alternativas para reducir la vulnerabilidad

Una vez realizado el diagnóstico y conocidos los tipos de acción a llevar a cabo, es el momento de tomar la decisión sobre qué hacer. En definitiva, se trata de seleccionar las soluciones técnicas para reducir la vulnerabilidad del edificio, considerando las tres dimensiones a las que está vinculada. La elección estratégica de las medidas para reducir los daños en la estructura del edificio en ocasiones condiciona, en cierto modo, la elección del resto de medidas.

Las alternativas seleccionadas deben plantearse teniendo en cuenta la peligrosidad (altura del agua, velocidad, duración, etc. de la inundación) a la que están expuestas las personas y el edificio. Por ejemplo: en función de la altura de agua de inundación cabría recomendar: la instalación de una barrera anti-inundación temporal para la puerta (alturas de agua bajas); la elevación de los umbrales de las ventanas; el cambio de acceso a otra fachada, y la adaptación de equipamientos (alturas de agua intermedias) o reubicación de la zona habitable (alturas de agua altas).

En la figura de la página siguiente se muestra un edificio adaptado a las inundaciones. Para ello se han seleccionado una combinación de acciones, como el sellado de la fachada para impedir que el agua de inundación entre; el solado y el revestimiento de las paredes con materiales resistentes al agua (acción en la estructura del edificio de tipo <<resistir>>); la adaptación de los equipamientos y los servicios (acción de tipo <<elevar>> y tipo <<reubicar>>), y la elevación y la reubicación de los bienes.

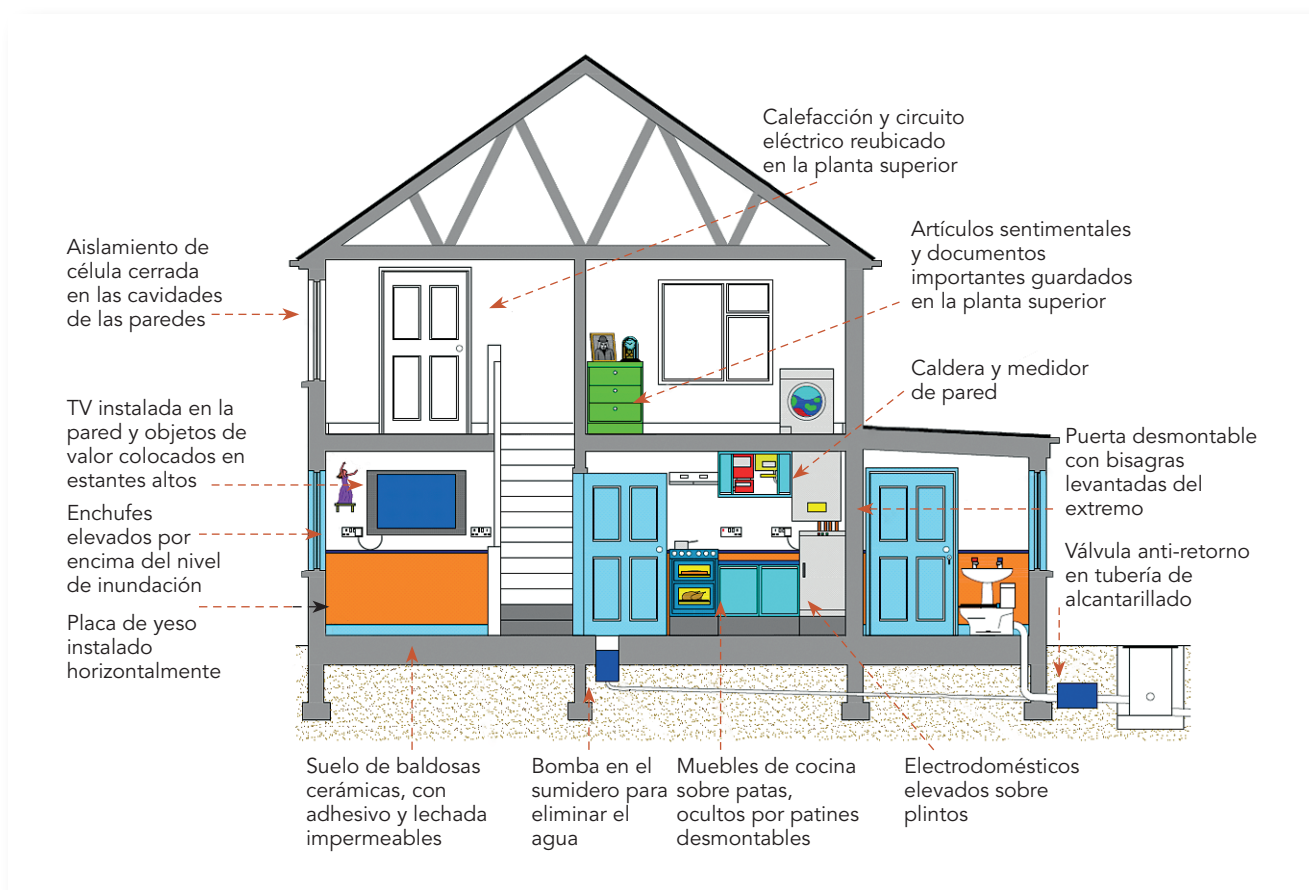


Figura 59. Ejemplo de vivienda tipo adaptada a las inundaciones. Fuente: Defra.

El proceso a seguir para decidir cuál es la mejor solución es el siguiente:



Figura 60. Esquema conceptual de la fase de toma de decisión.

#### 4.4.1. Reducción de posibles opciones

Se trata de analizar cuáles son las acciones factibles para reducir la vulnerabilidad y descartar las que no sean adecuadas. Para ello se ha de llevar a cabo el siguiente proceso lógico, en función del carácter “aceptable” de los daños y la eficacia y viabilidad de las medidas:

Por tanto, esta elección dependerá de tres preguntas:

**a) ¿Los daños son aceptables?**

Los impactos “aceptables” de las inundaciones no solo se asocian con la magnitud de los impactos potenciales a las tres dimensiones del edificio. Se relacionan también con:

- La probabilidad de inundación (periodo de retorno).
- Los recursos disponibles para que el dueño o responsable del edificio pueda hacer frente a la protección del edificio y a soportar el gasto, el lucro cesante o la falta de ingresos económicos durante el tiempo que transcurre hasta regresar a la normalidad tras la inundación (por ejemplo, una reubicación temporal fácil a otro edificio).
- El carácter más o menos vital de la actividad a la que se destina el edificio (por ejemplo, un edificio que cuyo uso es la atención en la emergencia o un hospital, hacen aún menos aceptables el impacto de la inundación).

**b) ¿Las posibles medidas son eficaces en la reducción de la vulnerabilidad?**

Una medida es “eficaz” si disminuye significativamente el impacto relacionado con las inundaciones mediante la reducción de las magnitudes consideradas “aceptables” para el dueño o responsable del edificio.

**c) ¿Las posibles medidas son viables desde el punto de vista técnico y económico?**

Una medida es viable si su puesta en ejecución genera costes financieros y limitaciones técnicas en proporciones razonables desde el punto de vista del dueño o responsable del edificio.

Cada caso tiene sus particularidades y la mejor solución depende de muchos factores, tal y como se refleja en el *apéndice 3* con el ejemplo teórico de la vivienda situada en zona inundable. No obstante, las posibles opciones para reducir la vulnerabilidad de la estructura del edificio son de tipo: EVITAR, RESISTIR, TOLERAR o, como solución de último recurso, RETIRAR; y para los equipamientos y servicios, de tipo: ELEVAR, REUBICAR o PROTEGER. Pero se consideran imprescindibles todas aquellas medidas dirigidas a disminuir la vulnerabilidad vinculada a la seguridad de las personas y a la protección de los bienes (contenido del edificio) como: elaborar un plan de emergencia familiar o de autoprotección; contratar una póliza de seguro; almacenar en lugar seguro la documentación personal y/o jurídica; proteger los bienes, y realizar labores de limpieza y mantenimiento del edificio.

Independientemente de lo anterior son imprescindibles todas aquellas medidas dirigidas a disminuir la vulnerabilidad vinculada a la seguridad de las personas, por lo tanto, se considera imprescindible elaborar un plan de emergencia familiar o de autoprotección, proteger los bienes más sensibles, contratar una póliza de seguro y almacenar en lugar seguro la documentación personal y/o jurídica.

Además de las medidas imprescindibles para garantizar la seguridad de las personas, en los casos en los que las **medidas sean eficaces y viables**, las opciones más recomendables se clasifican dependiendo de la altura del agua de la inundación prevista, tal y como se refleja en la siguiente tabla:

Altura del agua de la inundación prevista (m)	Enfoque	Medida
0 - 0,5	Evitar	Protección permanente o temporal
		Protección: compuertas o sacos
	Resistir	Elevación de los umbrales de puertas y ventanas
		Materiales exteriores impermeables
		Materiales impermeables
	Tolerar	Edificio adaptado
		Servicios y equipamientos adaptados
Drenaje del edificio		
0,5 - 1	Evitar	Protección permanente o temporal
	Resistir	Compuertas de protección especiales
		Materiales exteriores impermeables
		Materiales impermeables
	Tolerar	Servicios y equipamientos adaptados
		Salida de emergencia
		Accesos en seco
Drenaje del edificio		
> 1	Evitar	Protección permanente o temporal. Diseño hasta 1,5 -2 m.
	Resistir	Compuertas de protección especiales
		Materiales exteriores impermeables
		Materiales impermeables
	Tolerar	Servicios y equipamientos adaptados
		Salida de emergencia
		Drenaje del edificio

Tabla 10. Propuesta de posibles medidas eficaces y viables en función de la altura del agua de la inundación.

#### 4.4.2. Análisis de alternativas y elección de la solución óptima

Una vez seleccionadas las acciones –eficaces y viables- que se pueden adoptar para reducir la vulnerabilidad del edificio, se han de proponer diferentes alternativas que incluyan un conjunto de medidas concretas respondiendo a las conclusiones derivadas del diagnóstico. Posteriormente se elegirá la mejor de ellas como solución.

Para evaluar la idoneidad de las distintas alternativas es necesario analizar una serie de factores:

- **Daños económicos**, que incluyen el valor de los daños en el edificio (continente y contenido); los trabajos de limpieza y reparación; los costes derivados de la interrupción de la actividad (lucro cesante); el coste del alojamiento temporal mientras la propiedad se esté rehabilitando; los costes causados por el efecto dominó o cascada; las presiones financieras de reparar los daños; la reducción potencial del valor de la propiedad, y otros costes adicionales como asesores técnicos, etc. La estimación inicial de este valor se ha obtenido en la fase de diagnóstico (capítulo 3).
- **Daños personales**, que incluyen los daños físicos a las personas, la pérdida de bienes personales, el miedo a que se vuelva a repetir una situación semejante, etc. Al igual que los daños económicos, se habrán considerado en la fase de diagnóstico.

- **Inversión en las medidas**, que considera los costes constructivos o de implantación de las medidas de reducción del riesgo y los costes de operación y mantenimiento de las mismas.
- **Condicionantes técnicos de las medidas**, entre los que se encuentran condicionantes constructivos, de accesibilidad, legales, limitantes de la empresa suministradora del servicio, etc.
- **Condicionantes sociales de las medidas**, como la aceptación de las mismas, la ocupación de superficie por las infraestructuras (principalmente en la acción EVITAR), posible afección a terceros, incremento de la vulnerabilidad en el entorno o aguas abajo, impacto estético, visual, etc.
- **Reducción de la vulnerabilidad** o el grado de reducción del riesgo, es decir, cuánto se reducen los daños económicos y los daños a las personas tras aplicar las medidas incluidas en cada alternativa.

Como resultado del análisis, la propuesta que obtenga la mayor valoración para estos factores será la solución adoptada en el proyecto. Una vez tomada la decisión, el paso siguiente es la implantación de las medidas de reducción de la vulnerabilidad incluidas en la solución elegida y su posterior mantenimiento. Merece la pena hacer aquí una serie de consideraciones relativas a la **contratación de una póliza de seguro**. Evidentemente, el seguro no es una herramienta para evitar las inundaciones o para minimizar sus daños, aunque sí está probada su validez a la hora de recuperarse con rapidez de los perjuicios económicos que éstas producen en viviendas, oficinas, industrias, infraestructuras, vehículos automóviles, así como vida y accidentes. Es importante calcular bien los valores a asegurar y, en el caso de edificios donde se desarrollen actividades económicas, asegurar también (en la misma póliza o en póliza aparte) la pérdida de beneficios, puesto que en este caso se indemnizará también por el lucro cesante durante el tiempo en el que no se puedan realizar estas actividades en la propiedad asegurada como consecuencia de una inundación. El seguro cubre también determinados costes relacionados, como limpieza o desescombro.

Recuperando el ejemplo teórico mencionado en el apartado 3.3. y desarrollado en el apéndice 3, en el que se realiza un diagnóstico de daños de una vivienda tipo, para ilustrar las diferentes opciones se han planteado una serie de alternativas para reducir su vulnerabilidad. Para ello se han analizado hipotéticos escenarios de inundación. Estas hipótesis se obtienen como resultado de considerar 2 posibles tipologías de edificación (piso situado dentro de un casco urbano consolidado y una vivienda unifamiliar situada en zona residencial de baja densidad) y 2 posibles exposiciones teóricas en función de la gravedad de la inundación (inundación grave o leve).

En total, en el ejemplo se exponen 4 hipótesis:

- Hipótesis 1, correspondiente a un piso bajo con inundación grave;
- Hipótesis 2, correspondiente al mismo piso pero afectado por una inundación leve;
- Hipótesis 3, correspondiente a una casa unifamiliar afectada por una inundación grave, e
- Hipótesis 4, correspondiente a la misma casa unifamiliar pero situada en una zona con inundación leve.

Estas hipótesis condicionan las actuaciones a proponer de forma razonable. Por ejemplo, las medidas tipo EVITAR resultan muy buena opción en las viviendas unifamiliares pero no cabe aplicarlas, de forma individual, a los pisos, salvo que dispongan de zonas comunes. Otras, como la elaboración del plan de emergencia familiar o tener un seguro, deben plantearse para todas las alternativas y son complementarias a las medidas destinadas a aumentar el nivel de seguridad de los habitantes de la vivienda.

En función del diagnóstico de los daños, para cada hipótesis se han planteado hasta 4 posibles alternativas para la reducción de daños que se describen en el apéndice 3, que reúnen un conjunto de medidas de adaptación. Una vez presupuestada cada alternativa, el coste de las medidas se contrasta con los posibles daños. Se ha comparado, por tanto, la cantidad de dinero disponible para invertir con el nivel de pérdidas que económicamente cabe asumir. En todos los casos se ha analizado el riesgo residual que quedaría tras la implantación de las medidas.



En la siguiente tabla se muestra el resumen de los daños y los costes de cada alternativa por ubicación estudiada, así como el nivel de reducción del riesgo.

	HIPÓTESIS 1	HIPÓTESIS 2	HIPÓTESIS 3	HIPÓTESIS 4
T=500 años	94.000 €	20.000 €	94.000 €	20.000 €
Daño acumulado en 30 años	208.860 €	2.400 €	208.860 €	2.400 €
Coste Alternativa 1	47.300 €	1.150 €	135.300 €	19.150 €
Daño residual acumulado en 30 años	0 €	0 €	0 €	0 €
Reducción del riesgo	100%	100%	100%	100%
Beneficio/Coste	4,42	2,09	1,54	0,13
Coste Alternativa 2	27.300 €	4.500 €	121.300 €	7.750 €
Daño residual acumulado en 30 años	96.330 €	1.500 €	96.330 €	0 €
Reducción del riesgo	54%	38%	54%	100%
Beneficio/Coste	4,12	0,20	0,93	0,31
Coste Alternativa 3	15.300 €		103.300 €	
Daño residual acumulado en 30 años	143.070 €		143.070 €	
Reducción del riesgo	31%		31%	
Beneficio/Coste	4,30		0,64	
Coste Alternativa 4			90.000 €	
Daño residual acumulado en 30 años			0 €	
Reducción del riesgo			100%	
Beneficio/Coste			2,32	

Tabla 11. Daños sufridos en las 4 ubicaciones utilizadas como ejemplo y coste y reducción de riesgo conseguido en cada alternativa propuesta.

Se comprueba como, por ejemplo para la hipótesis 1, (piso bajo en zona de alto riesgo de inundación) una inversión de 47.300 euros reduciría a 0 teórico el riesgo de inundación de la vivienda, mientras que una inversión de 27.300 euros lo reduciría un 54% y una de 15.300 euros un 31%. En esta hipótesis la reducción del riesgo aumenta con la inversión. En la hipótesis 2, con una inversión de 1.150 euros se podría eliminar el riesgo teórico de inundación. En el caso de la hipótesis 3, dos de las alternativas planteadas consiguen reducir a 0 el riesgo de inundación, sin embargo hay una diferencia de coste de 45.300 euros, siendo la alternativa 4 la más rentable. Por último, en la hipótesis 4, con una inversión de 7.750 euros se podría eliminar el riesgo teórico de inundación.

En este proceso de decisión faltaría incluir aquellos condicionantes específicos de cada caso particular, como las limitaciones de las ordenanzas urbanísticas, el presupuesto límite de inversión, las restricciones de accesibilidad, etc. ya que la solución óptima no siempre es posible.

## 4.5. Esquema del plan de acción

En la siguiente figura se muestra el esquema del plan de acción a realizar para reducir la vulnerabilidad del edificio.

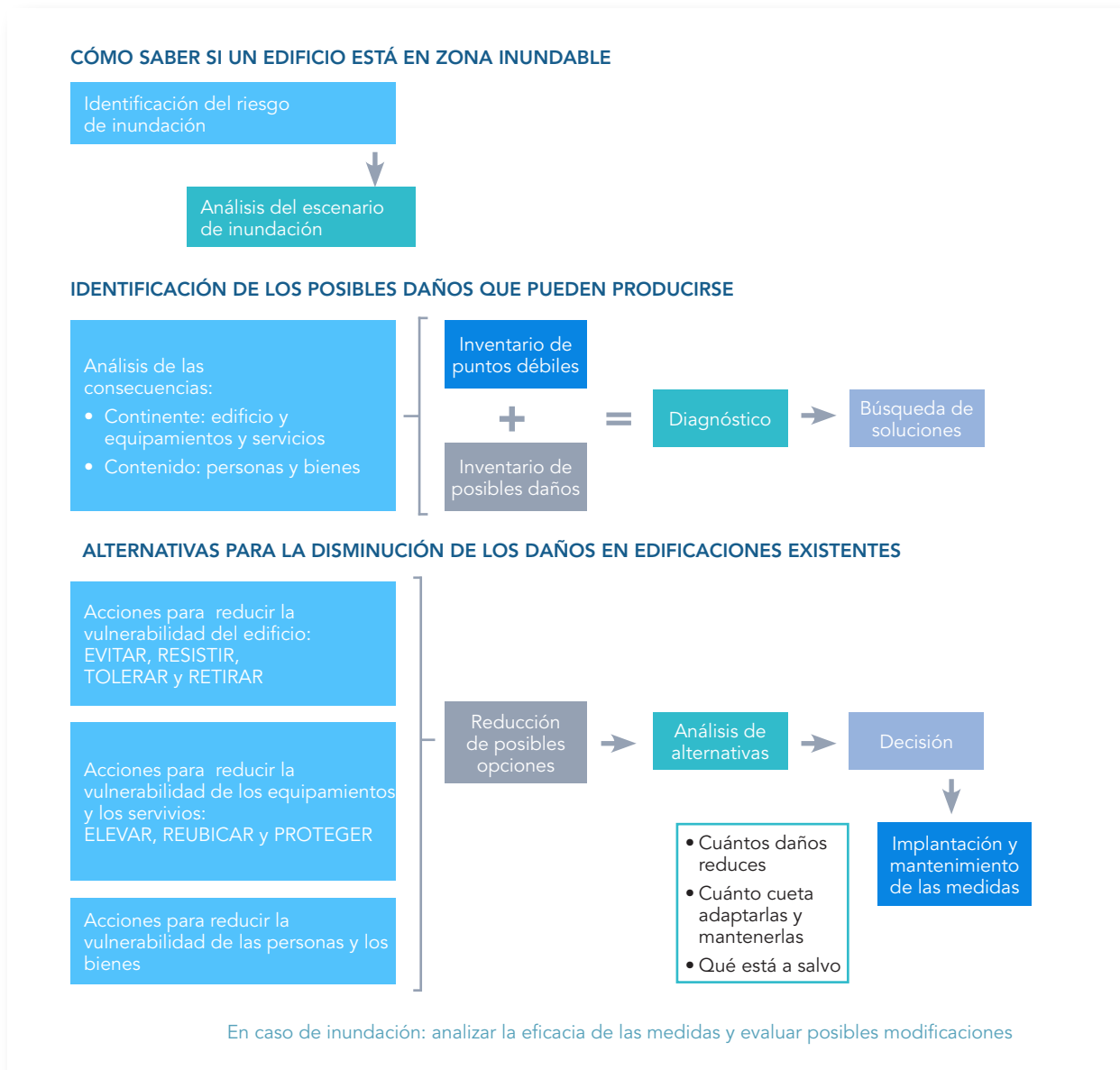


Figura 61. Esquema del plan de acción.

## 5. EN CASO DE EMERGENCIA

### 5.1. ¿Cómo saber si hay una situación de alerta por inundación? Vigilancia, predicción, alertas y avisos

Varias administraciones, según sus competencias, realizan labores de vigilancia y predicción. Esta información se transmite a través de alertas y avisos a la población, lo que permite que las personas en riesgo conozcan su situación y, por tanto, estén mejor preparadas frente a las inundaciones.

Las **alertas** y los **avisos** son predicciones a futuro que se emiten cuando se espera que se supere un determinado umbral que ponga en peligro a personas y bienes. Como toda predicción, a veces no se cumplen o no se cumplen en la magnitud esperada (al alza o a la baja).

Existen diferentes fuentes de información y formas de comunicación, en constante evolución con los avances tecnológicos, entre las que destacan:

- La **Agencia Estatal de Meteorología (AEMET)**. Emite avisos y predicciones de fenómenos meteorológicos que puedan afectar a la seguridad de las personas y los bienes, y mantiene una información continua de su evolución una vez que han iniciado su desarrollo.

Esta información, recogida en los boletines de aviso, se distribuye a diversos organismos e instituciones del Estado, entre ellos las autoridades responsables de Protección Civil, así como a los distintos medios informativos. Se difunde al público en general a través de la página web de AEMET. Asimismo, es posible recibir los avisos en tiempo real a través de la aplicación específica para teléfonos móviles.

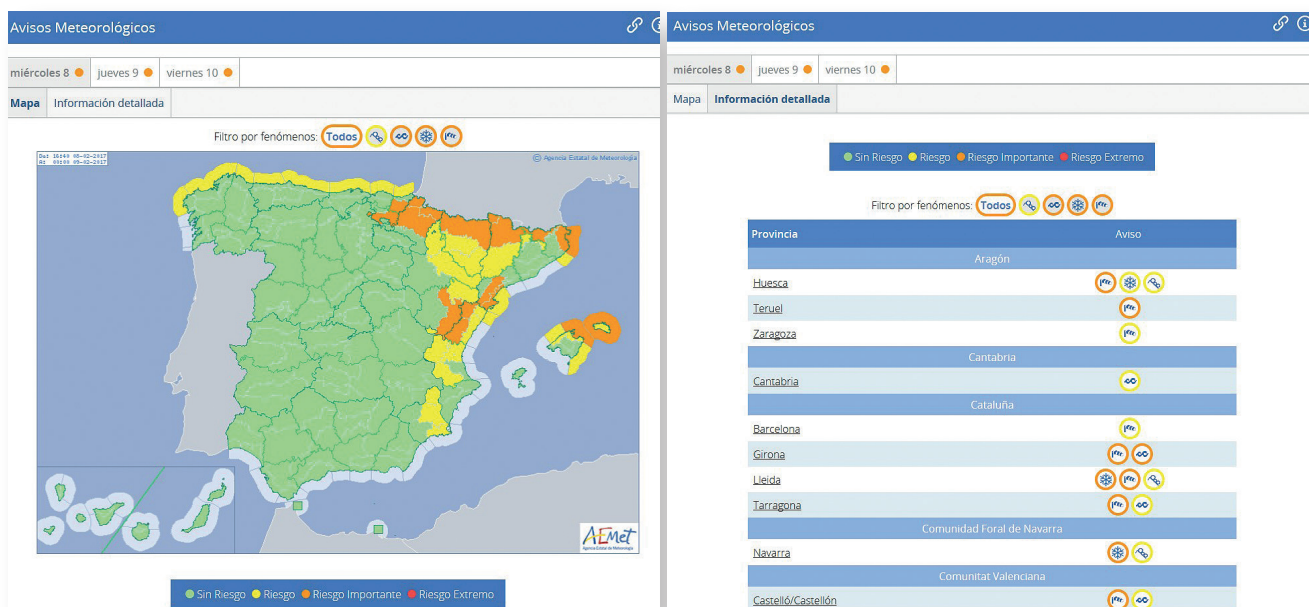


Figura 62. Izq.: mapa avisos meteorológicos. Dcha.: información detallada. Fuente: página web de AEMET: <http://www.aemet.es/es/eltiempo/prediccion/avisos>.

- **Protección Civil**. Emite avisos, alertas y notificaciones a través de:
  - La **Red de Alerta Nacional** de Protección Civil. Es un sistema de comunicación de avisos de emergencia a las autoridades competentes en materia de protección civil, a fin de que los servicios públicos esenciales y los ciudadanos estén informados ante cualquier amenaza de emergencia.

- El teléfono **112** de asistencia a la población.

El **112** es un teléfono únicamente para emergencias.

- Los **organismos de cuenca**. Proporcionan información hidrológica de su demarcación.

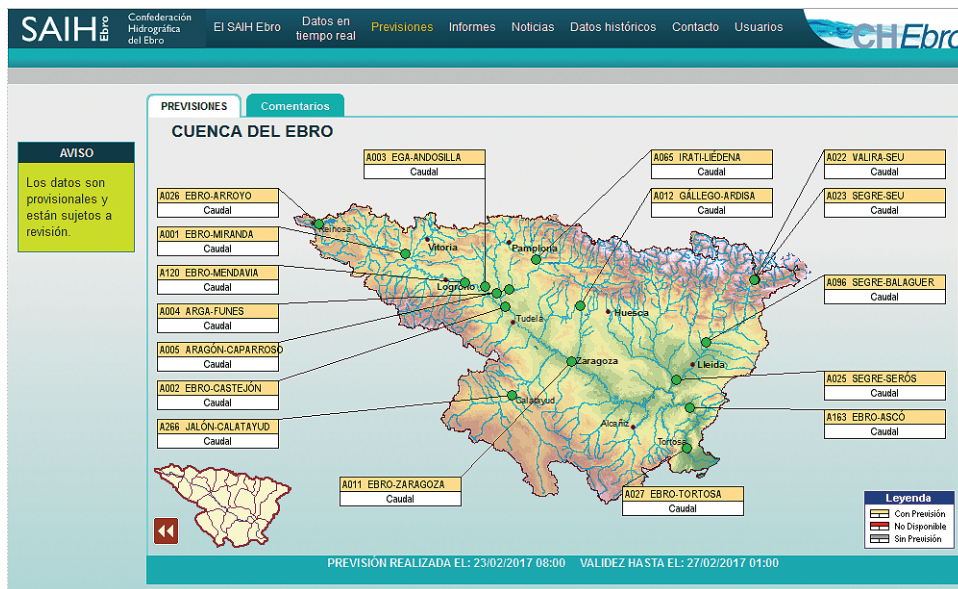


Figura 63. SAIH de la Confederación Hidrográfica del Ebro (<http://www.saihebro.com/saihebro/>).

- Los **Sistemas de Alerta Temprana (SAT)**. Se han puesto en marcha en algunos municipios.
- Los **medios clásicos de comunicación**, como la televisión o la radio, los paneles informativos en vías principales, etc. Trasmiten datos de los avisos de AEMET, junto con información específica propia.
- Las **redes sociales y Apps**.

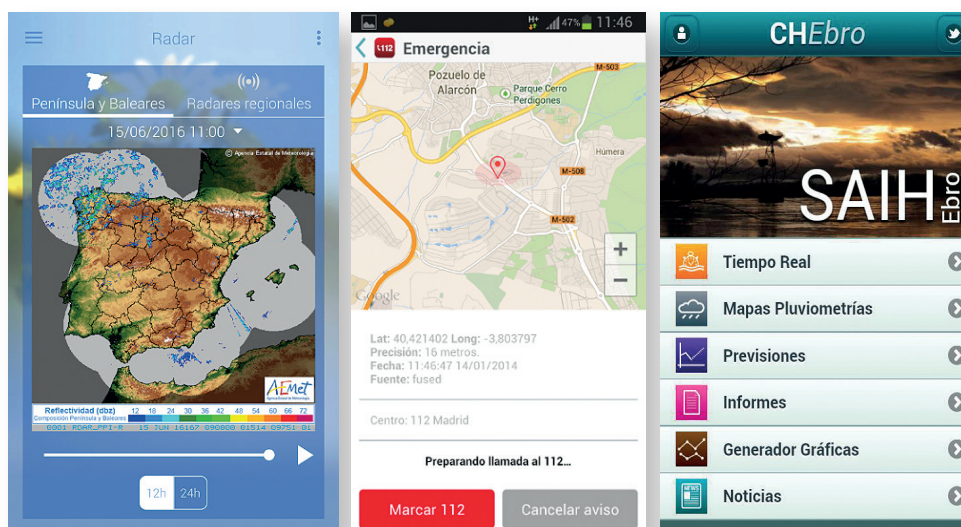


Figura 64. Apps: AEMET, My112 y SAIH Ebro.

## 5.2. Autoprotección civil de las personas y bienes

La emergencia durante la inundación se desarrolla en 3 fases:

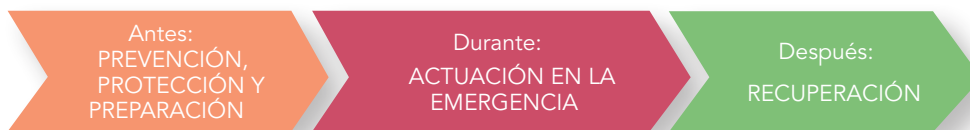


Figura 65. Fases de la emergencia durante la inundación de personas y bienes.

Durante la inundación hay que mantener la calma, ponerse a salvo y, siempre que se disponga de tiempo, proteger el edificio (vivienda, local, etc.) y los bienes, sabiendo de antemano lo que hay que hacer. En definitiva, poner en marcha el **plan de emergencia**.

Hay que estar constantemente **informado** de la evolución de la situación y seguir las instrucciones de las autoridades (sintonizar las emisoras de radio, la televisión, las redes sociales, estar pendiente de los paneles electrónicos en los viales, etc.). También, hay que tener presente el deber de colaboración que cada ciudadano tiene, personal o materialmente, en la protección civil.

### 5.2.1. Antes (pre-emergencia)

Dentro de las acciones a llevar a cabo en la fase previa a la emergencia, destacan:

#### 1. En caso de disponer de tiempo de reacción:

- Poner en marcha el plan de emergencia familiar o de autoprotección y las medidas que deben ser realizadas tras el aviso de emergencia y antes de que la inundación llegue. Sacar el kit de emergencia.
- Sacar las bombas de achique, baterías o SAI (Sistema de Alimentación Ininterrumpida) y comprobar que están cargadas y disponibles.
- Dejar las vías de evacuación libres de posibles obstáculos.
- Cerrar puertas y ventanas, tapar rendijas por las que pueda entrar el agua e instalar las barreras anti-inundación (en caso de disponer de ellas).
- Colocar los sistemas anti-retorno en los desagües del cuarto de baño, cocina, etc. para evitar el retorno de las aguas residuales.
- Desconectar aparatos eléctricos y antenas de TV.
- Enrollar y retirar las alfombras y asegurar los elementos sueltos y flotantes tanto en el interior como en el exterior del edificio. Elevar muebles, aparatos electrónicos, etc. Envolver con elementos plásticos aparatos eléctricos, sofás, etc. o elevarlos en plintos.
- Llenar las bañeras, los lavabos y algunas botellas con agua limpia como prevención de que se corte el suministro agua o ésta llegue contaminada.
- No dejar el vehículo aparcado en zona potencialmente inundable como algunos garajes, rieras, ramblas, barrancos, regatas o frente marítimo.

2. **Si no se dispone de tiempo:** dirigirse a la zona de refugio dentro del edificio, en caso de tener previsto uno o, en su defecto, dirigirse al punto más alto del edificio. Si el edificio no es seguro: evacuar inmediatamente siguiendo las indicaciones de Protección Civil.



Figura 66. Mobiliario y enseres elevados temporalmente para protegerlos de agua en Esquíroz (Navarra). Fuente: Gobierno de Navarra.

3. **Y siempre:** cortar todos los servicios de electricidad, gas y agua, y estar continuamente informado de la evolución de la situación y de los avisos de evacuación.

### 5.2.2. Durante la inundación

A continuación se enumeran algunas recomendaciones para esta etapa:

#### 1. Recomendaciones si se permanece en el edificio durante la inundación:

- Mantener desconectados los servicios de electricidad, gas y agua.
- No tocar aparatos eléctricos si están mojados.
- Abandonar los sótanos y las plantas bajas de edificaciones inundables. No bajar bajo ningún concepto a estas zonas.
- Tener a mano el kit de emergencia y las baterías de apoyo o SAI; en el caso de necesitar las bombas de achique u otros elementos eléctricos, utilizarlos.
- Si es posible, lavarse las manos con agua desinfectada y jabón si se ha estado en contacto con agua de la inundación.
- No salir del edificio ni caminar por calles inundadas ya que es altamente peligroso. Las tapas de registro del alcantarillado pueden no estar en su sitio, o no ser seguras.
- En caso de quedarse atrapado, subir a la planta superior o al tejado si éste es accesible y visitable, o utilizar las escaleras anti-incendios en caso de existir, y dar a conocer a los servicios de emergencia la situación y necesidades a través del 112. Controlar, si es posible, los muebles susceptibles de bloquear las salidas a la hora del rescate.
- Si el vehículo está aparcado en un lugar inundado, no moverlo, si hay suficiente altura de agua y velocidad, el agua puede arrastrarlo.
- Localizar y contactar con familiares o amigos. Usar de manera razonable el teléfono. No colapsar las líneas. En caso de emergencia recordar que las llamadas al 112 desde móviles tienen preferencia sobre las líneas terrestres.

#### 2. Recomendaciones en caso de evacuación:

- Prepararse para abandonar el edificio si la situación lo requiere, haciendo caso a los consejos de las autoridades competentes. Si el edificio no es seguro, evacuar a poder ser inmediatamente y acudir al lugar preestablecido como refugio.
- Coger la documentación personal y las tarjetas de crédito, el móvil y el kit de emergencia familiar, siempre que se disponga de tiempo. Si no hay plena seguridad de que esto pueda realizarse sin riesgo es mejor no entretenerse en cogerlos.
- Comunicar sus planes a la persona de contacto.
- En caso de abandono del edificio, cerrar y asegurar todas las puertas y accesos.
- No cruzar ríos ni corrientes de agua.
- En el caso de estar viajando, circular por carreteras principales y autopistas y moderar la velocidad. En zonas rurales se recomienda alejarse de las zonas bajas, evitar cruzar vados, y dirigirse a las zonas altas. No conducir a través de caminos inundados. Los vehículos flotan y son arrastrados por la corriente. Éste es uno de los principales motivos actuales de fallecimiento por inundación.



Figura 67. Miembros de Protección Civil en Mazarrón (Murcia), inundación de 2014. Fuente: Servicio de Emergencias Municipal y Protección Civil de Mazarrón.



Figura 68. Izq.: vehículos en zona inundada, inundaciones de 2009, Cartagena (Murcia). Fuente: DGPCyE. Dcha.: rescate de una persona localizada en un vehículo por la UME. Fuente: UME.

### 5.2.3. Después de la inundación

Una vez finalizada la inundación se inicia la fase de recuperación, integrada por un conjunto de acciones y medidas dirigidas a restablecer la normalidad.

Hay que tener presente que **un edificio inundado es un lugar peligroso** y al que no hay que acceder hasta que lo autoricen las autoridades competentes. En el edificio puede haber: riesgos eléctricos, daños estructurales, materiales peligrosos, riesgos biológicos (bacterias, virus, mohos) y riesgo de sufrir lesiones debidas a transitar por superficies resbaladizas o por componentes rotos o dañados.

Una vez autorizado el retorno al edificio se deberán tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- No permitir el paso de niños ni de población vulnerable en los primeros momentos de la vuelta al edificio.
- Permanecer atentos a posibles avisos. Pueden repetirse nuevos episodios de inundaciones.
- Tener especial cuidado con los escombros, los cristales, las sustancias inflamables y tóxicas y los animales muertos. La zona puede ser peligrosa.
- Comprobar que hay suministro de electricidad, agua potable, teléfono, gas, etc. Evitar conectar aparatos eléctricos hasta que se compruebe que no hay averías. En ocasiones es necesaria la revisión previa por un especialista.
- Efectuar una revisión general del edificio para valorar los daños: diagnóstico preliminar. Si es posible, tomar fotografías para incluirlas en la reclamación al seguro.
- Retirar rápidamente los animales muertos en la inundación para evitar enfermedades asociadas.
- Ser solidarios y colaborar en las tareas de limpieza y vuelta a la normalidad. Ayudar a niños, ancianos y personas discapacitadas. Estar a disposición de Protección Civil.



Figura 69. Inundación de 2015 en San Asensio (La Rioja), fase de recuperación. Fuente: SOS Rioja.

Los ciudadanos y las personas jurídicas están sujetos al **deber de colaborar**, personal o materialmente, en la protección civil. *Artículo 30.4 de la Constitución.*

### 5.3. Vuelta a la normalidad

Una vez finalizada la emergencia se inicia una serie de tareas para facilitar la vuelta a la normalidad. Se recomiendan las siguientes:

- Tomar medidas para evitar un posible estrés psicológico.
- Efectuar una revisión profunda del edificio para valorar y diagnosticar los daños.
- Si el edificio ha sufrido daños, en caso de disponer de una póliza de seguro, presentar una solicitud para obtener la indemnización correspondiente. Comprobar, en su caso, si hay opción a ayudas o subvenciones. Sacar fotos de los daños e inventariar los artículos dañados o perdidos, con su fecha de compra si es posible, las fotos antes y después de la inundación y los documentos acreditativos de la propiedad de los bienes, como facturas o garantías.



Figura 70. San Asensio, inundaciones del 2015. Fase de normalización tras la emergencia. Fuente: SOS-Rioja.

Las tareas que se recomienda realizar **antes de volver a ocupar el edificio** son las siguientes:

- Verificar que los servicios de agua corriente, gas, electricidad, calefacción y aire acondicionado están en condiciones de uso. Si es necesario tendrán que ser inspeccionados, limpiados, descontaminados y reparados por profesionales.
- Extraer el agua, la suciedad, los escombros, los alimentos, los muebles y enseres que se hayan estropeado por el agua (con moho/mildiu). Acudir al servicio local dispuesto como "punto limpio" para retirar los elementos contaminados e informarse de los horarios de recogida de la basura. No hay que acumularla ya que representa un peligro para la salud.
- Secar y limpiar los suelos y entresuelos, reemplazar si se han estropeado.
- Secar y limpiar las paredes (quizás sea necesario decapar), inspeccionar las moquetas, patinillos, rozas, etc. y descontaminar. La fachada exterior del edificio también tendrá que dejarse secar, para limpiarla y desinfectarla posteriormente.
- Lavar la ropa de vestir, de cama o baño, etc. con lejía clorada y detergente.
- Llamar a un contratista si no se pueden restaurar los daños por uno mismo, solicitando un presupuesto por escrito, un contrato y pidiendo garantías.



Figura 71. Extracción de agua de inundación por el equipo medio de bombeo de aguas y lodos de la UME durante las inundaciones de Écija. Fuente: UME.



- Obtener un permiso de obras si los daños estructurales son importantes y es necesario una reconstrucción de estructuras, rehabilitación de servicios, desescombro, apertura de viales, etc.

Lo primero que hay que tener en cuenta mientras se trabaja en las tareas de limpieza y acondicionamiento es la protección. Se recomienda:

- Usar equipo de protección: casco, gafas de seguridad, guantes, máscara, botas de goma o suela dura.
- Estar vacunado contra el tétano; evitar que el agua contaminada entre en contacto con heridas para que no se produzcan infecciones.
- Tomarse con calma las tareas de rehabilitación, haciendo descansos, bebiendo líquidos y manteniéndose alerta para evitar accidentes.
- Tener cuidado con el moho, ya que puede provocar enfermedades; hay que humedecerlo con una solución jabonosa para evitar que entre en contacto con el aire.
- Tener cuidado al levantar elementos pesados, como los muebles, los electrodomésticos, las alfombras, etc.
- Tener cuidado con los materiales peligrosos. Si hay olor químico o material derramado hay que pedir ayuda a Protección Civil o al cuerpo de bomberos.



Figura 72. Edificio afectado por la riada de junio de 2013 en el Valle de Arán (Lleida), antes y después de su reconstrucción. Fuente: CCS.

En cuanto a las normas sanitarias y de higiene durante la limpieza, se recomienda:

- Beber y cocinar con agua embotellada, o hervir el agua hasta que las autoridades comuniquen que el suministro de agua es seguro.
- Lavarse las manos con jabón frecuentemente y usar productos de limpieza desinfectantes (lejía, detergente, jabón) para protegerse de bacterias y virus.
- Revisar el estado de los alimentos antes de consumirlos. Deshacerse de todo alimento (incluso comida de animales) que haya estado en contacto con el agua de la inundación.

Las tareas de rehabilitación pueden llevar varias semanas, hay que **tener paciencia**.

Por último, y más importante, justo cuando se haya conseguido volver a esa deseada normalidad es el momento de analizar los hechos e identificar las **lecciones aprendidas**, esto es, el conjunto de errores y aciertos que se han tenido durante la inundación. Estas experiencias resultan muy valiosas, ya que sirven de herramienta para la planificación y la toma de decisiones con el fin de mejorar situaciones futuras similares. A partir de este análisis cabría plantearse ajustar la póliza de seguro contratada, implantar nuevas medidas o mejorar las existentes -en el supuesto de que se haya identificado una serie de daños que se podrían haber evitado- y revisar el plan de emergencia familiar.

## 5.4. Indemnizaciones, ayudas y subvenciones y otras posibilidades de financiación para la vuelta a la normalidad

Las entidades públicas y privadas destinan un conjunto de acciones y medidas de ayudas dirigidas al restablecimiento de la normalidad en la zona siniestrada, una vez finalizada la respuesta inmediata a la emergencia.

Si el edificio y/o sus ocupantes han sufrido daños y éstos están cubiertos por una póliza de seguros, se solicitará la pertinente indemnización al Consorcio de Compensación de Seguros (CCS). También cabe considerar la opción a las ayudas o subvenciones que, en caso de situaciones de emergencia o de naturaleza catastrófica, habiliten la Administración General del Estado (AGE) y las comunidades autónomas.

### 5.4.1. Indemnizaciones del Consorcio de Compensación de Seguros

El Consorcio de Compensación de Seguros (CCS) es una entidad **aseguradora pública**, adscrita al Ministerio de Economía, Industria y Competitividad. Desempeña múltiples funciones en el ámbito del seguro, y entre ellas destacan las relacionadas con la cobertura de los **riesgos extraordinarios, entre los que se incluye la inundación** fluvial y costera.

Una característica esencial en la cobertura de riesgos extraordinarios es su inclusión obligatoria en las pólizas –ramos de daños en los bienes, de vida o de accidentes– contratadas con cualquier compañía de seguros autorizada. De este modo, al contratar una póliza en dichos ramos, por ejemplo, multirriesgo del hogar, esos riesgos (inundación entre ellos) quedan cubiertos por el CCS, que aplica un recargo a pagar por el asegurado junto con la prima que abona a su entidad aseguradora.

Así, hay que resaltar, por un lado, que el CCS no emite una póliza propia para cubrir daños por inundación y, por otro, que no otorga ayudas, y solo indemniza daños en personas o bienes cuando éstos están asegurados, tal como se ha indicado.

A efectos de esta cobertura, en la siguiente tabla se recoge lo que se entiende o no por **inundación extraordinaria**.

<u>Se considera inundación extraordinaria</u>	<u>No se considera inundación extraordinaria</u>
<p>Anegamiento del terreno producido por:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Lluvias o deshielo.</li><li>• Aguas procedentes de lagos con salida natural.</li><li>• Rías o ríos, o de cursos naturales de agua en superficie cuando se desborden se sus cauces normales.</li><li>• Embate de mar en la costa, aunque no haya.</li><li>• Embate de mar en la costa, aunque no haya anegamiento.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Precipitación (lluvia, nieve o granizo) sobre el riego asegurado, o recogida por su cubierta o azotea, su red de desagüe o sus patios.</li><li>• Inundación por rotura de presas, canales, alcantarillas, colectores y otros cauces subterráneos artificiales, salvo que la rotura sea consecuencia directa de evento extraordinario cubierto por el consorcio.</li><li>• Elevación del nivel freático, movimiento de laderas, deslizamiento o asentamiento de terrenos, desprendimiento de rocas y fenómenos similares, salvo que éstos fueran ocasionados por la acción del agua de lluvia que, a su vez, hubiera provocado en la zona una situación de inundación extraordinaria y se produjeran con carácter simultáneo a dicha inundación.</li></ul>

Figura 73. Coberturas del Consorcio de Compensación de Seguros.

La indemnización comprende los daños materiales directos, así como la pérdida de beneficios a resultas del daño directo (a condición de que esté cubierta por la póliza ordinaria). Por su lado, en los daños a las personas se cubren el fallecimiento, la incapacidad temporal y la incapacidad permanente. Los daños personales se cubren incluso si el suceso causante (una inundación, por ejemplo) tiene lugar fuera de España.

Así, la cobertura de los riesgos extraordinarios protege los mismos bienes o personas sobre los que se extiende la garantía ordinaria para los demás riesgos previstos en la póliza (incendio, rotura de cristales, robo, etc.) y por idéntica suma asegurada. En bienes residenciales, automóviles y daños personales, el CCS no aplica ninguna franquicia. En otro tipo de bienes (comercios, industrias, infraestructuras, etc.) se aplica una franquicia del 7% sobre el importe de la indemnización.

Las indemnizaciones del CCS incluyen también gastos complementarios (desembarre, extracción de lodos, demolición, desescombro y transporte a vertedero), limitados al 4% de la suma asegurada.

Es importante calcular bien –en concordancia con el valor de los bienes cubiertos– la suma asegurada que figure en la póliza (por continente y contenido), de modo que no se incurra en infraseguro (cuando la suma asegurada en la póliza es inferior al valor real de los bienes cubiertos), lo que implicaría, en caso de siniestro, la aplicación de la regla proporcional, con la correspondiente reducción de la indemnización.

Los **requisitos para solicitar la indemnización** son los siguientes:

1. La protección frente a los riesgos extraordinarios está obligatoriamente vinculada a la vigencia y suscripción de una **póliza de seguro** en ciertos ramos.
2. Los **ramos** que incluyen la cobertura de riesgos extraordinarios son los seguros contra daños y de personas. En los seguros contra daños: incendios y eventos naturales, vehículos terrestres, vehículos ferroviarios, otros daños a los bienes, pérdidas pecuniarias diversas y modalidades combinadas de los anteriores. En los seguros de personas: vida y accidentes, aunque estas coberturas se contraten de forma complementaria a otro tipo de seguro o en el marco de un plan de pensiones.
3. **Pago de prima.** Para que el Consorcio efectúe la indemnización por riesgos extraordinarios, el asegurado debe encontrarse al corriente del pago del recibo de prima de la póliza de seguros, que incluye el recargo del CCS.
4. **Periodo de carencia.** Se tendrá derecho a la indemnización del CCS una vez que hayan transcurrido 7 días desde la fecha de emisión de la póliza, o desde la de su efecto, si fuera posterior, salvo que se demuestre la inexistencia de interés asegurable con antelación a esa fecha. No se entenderá interrumpida la cobertura y por tanto quedará sin aplicación la carencia cuando la emisión de una póliza nueva se produzca antes de la suspensión legal de efectos de la anterior.

No se requiere ninguna declaración oficial de “catástrofe” o de “zona afectada gravemente” para que se ponga en marcha el **procedimiento indemnizatorio**. El proceso para solicitar la indemnización es el siguiente:



Figura 74. Pasos a seguir para obtener la indemnización del CCS.

1. La **solicitud de indemnización** de daños cuya cobertura corresponda al Consorcio de Compensación de Seguros, se efectuará mediante comunicación al mismo por el tomador del seguro, el asegurado o el beneficiario de la póliza, o por quien actúe por cuenta y nombre de los anteriores, o por la entidad aseguradora o el mediador de seguros con cuya intervención se hubiera gestionado el seguro. Es necesario presentar copia de la póliza de seguro y del recibo de prima.

La comunicación de los daños y la obtención de cualquier información de los siniestros podrán realizarse utilizando las siguientes opciones:

- Mediante llamada al **Centro de Atención Telefónica** del Consorcio de Compensación de Seguros (952 367 042 o 902 222 665), para daños materiales y personales.
- A través de la **web del CCS** ([www.conorseguros.es](http://www.conorseguros.es)), para daños materiales.
- Por escrito, dirigido a la Delegación Territorial del Consorcio correspondiente (según el lugar de ocurrencia de los daños), para daños personales.

La solicitud se efectuará **lo antes posible**. Cuanto menos tiempo transcurra entre la ocurrencia de los daños y la solicitud de indemnización, antes se realizará la tramitación correspondiente.

2. **Valoración de los daños:** La valoración de los daños que resulten indemnizables con arreglo a la legislación de seguros y al contenido de la póliza de seguro, se realizará por el perito designado por el Consorcio de Compensación de Seguros, sin que éste quede vinculado por las valoraciones que, en su caso, hubiese realizado la entidad aseguradora que cubriese los riesgos ordinarios.

Siempre es conveniente que los **bienes siniestrados** permanezcan a disposición del perito responsable de la valoración de los daños. Si no es posible y tuviera que realizar la retirada de los restos a un vertedero, hay que procurar fotografiarlos antes de su retirada y/o levantar acta notarial. Si alguna autoridad le ordena la retirada de los restos, hay que procurar también que faciliten el correspondiente certificado o acta descriptivos de la operación realizada. En el caso de que el asegurado no esté de acuerdo con la valoración de daños, podrá **contratar por su cuenta un perito**, comunicando su nombramiento al perito del Consorcio y a la Delegación Territorial de éste. Los honorarios de este perito particular correrán a cargo del solicitante. En adelante, las labores de tasación se harán conjuntamente por ambos peritos.

3. **Abono de la indemnización:** El Consorcio de Compensación de Seguros realizará el pago de la indemnización directamente al beneficiario del seguro mediante transferencia bancaria.

Se puede consultar on-line el estado del expediente, en donde se indicará si está entregado al perito tasador, si resultó denegado o está resuelto, y la transferencia ordenada, etc.

**A tener en cuenta:**

- Es indispensable contratar una póliza de seguros para que los daños por inundación sean indemnizados por el Consorcio de Compensación de Seguros
- Los capitales asegurados deben corresponderse con el valor de los bienes para evitar infra-seguro.
- Se debe presentar la solicitud de indemnización en tiempo y forma, conservando los daños siniestrados si es posible o justificándolos mediante fotografías de los mismos y otros tipos de prueba (facturas, presupuestos, etc.).

#### **5.4.2. Ayudas o subvenciones de la Administración General del Estado**

La AGE, en caso de acontecimiento de naturaleza catastrófica o situación de emergencia, dispone de un sistema de ayudas para recuperar y paliar los daños, aun en el caso de que no se declare previamente la zona afectada gravemente por una emergencia de protección civil. Estas ayudas o subvenciones son **compatibles** con otras indemnizaciones, subvenciones o ayudas, aunque el importe global de todas ellas no ha de superar el valor del daño producido. Las ayudas no tienen en ningún caso carácter indemnizatorio y los importes **son reducidos**.

Para acceder a las ayudas, las unidades familiares o de convivencia no podrán superar unos **requisitos establecidos de renta**.

Los beneficiarios y los daños personales y materiales que cubren son los siguientes:

Unidades familiares de convivencia económica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por daños personales: fallecimiento e incapacidad absoluta y permanente.</li> <li>• Por daños materiales en viviendas habitual: por destrucción total, por daños estructurales y por daños menos graves.</li> <li>• Por daños materiales en enseres domésticos de primera necesidad.</li> </ul>
Comunidades de propietarios en régimen de propiedad horizontal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por daños materiales en elementos comunes de uso general (*).</li> </ul>
Comunidades de propietarios en régimen de propiedad horizontal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por gastos derivados de actuaciones inaplazables en situaciones de EMERGENCIA.</li> <li>• Por suministro de agua potable en situaciones de SEQUIA.</li> </ul>
Personas físicas o jurídicas titulares de establecimientos mercantiles, industriales o de servicios (con 50 o menos empleados)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Por daños en elocal del negocio o bienes afectados a la propiedad (*).</li> </ul>
Personas físicas o jurídicas requeridas por la autoridad competente en materia de protección civil en el ámbito de la AGE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Prestación de bienes o servicios en la emergencia.</li> </ul>

\* siempre que exista contratada una póliza de seguro y que el daño se hubiera producido por algún riesgo no incluido en el seguro de riesgos extraordinarios o en su cobertura ordinaria de la póliza de seguro

Figura 75. Beneficiarios de ayudas o subvenciones de la AGE.

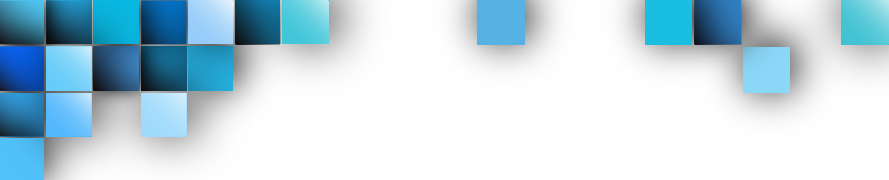
Las ayudas se solicitan mediante los modelos y documentos determinados por el Ministerio del Interior y se presentan al mismo en la Delegación o Subdelegación del Gobierno correspondiente a la provincia que se haya producido los hechos.

Según la ley 17/2015, de 9 de julio, del Sistema Nacional de Protección Civil, cuando acaezca una emergencia cuya magnitud requiera para su recuperación la intervención de la AGE, se producirá, por acuerdo del Consejo de Ministros, la declaración de **“zona afectada gravemente por una emergencia de protección civil”**. Para ello se valorarán los daños personales o materiales que perturben gravemente las condiciones de vida de la población del área afectada y conlleven la paralización de todos o algunos de los servicios públicos esenciales. La valoración de los daños se hará por organismos especializados en tasación de siniestros o por los servicios técnicos dependientes de las Administraciones Públicas.

La citada ley establece un marco regulatorio común de estas ayudas, adaptado a la legislación general de subvenciones. Las ayudas se rigen por la siguiente normativa reglamentaria:

Ayudas ordinarias	De automática aplicación: <b>RD. 307/2005 y su modificación RD. 477/2007</b>
Ayudas extraordinarias	Requieren declaración de zona afectada gravemente por una emergencia de protección civil por acuerdo del Consejo de Ministros: <b>Ley 17/2015</b>

Figura 76. Regulación de las ayudas y subvenciones de la AGE.



Entre las medidas aplicables en el contexto de esta guía, según los artículos 22 y 24 de la mencionada Ley, estarán las siguientes:

1. Ayudas y subvenciones **económicas**:

- Ayudas económicas a particulares por daños en vivienda habitual y enseres de primera necesidad.
- Ayudas destinadas a establecimientos industriales, mercantiles y de servicios.
- Apertura de líneas de préstamo preferenciales subvencionadas por el Instituto de Crédito Oficial.

2. Además de las anteriores se podrá optar a medidas **fiscales**:

- Exención de la cuota del Impuesto sobre Bienes Inmuebles.
- Reducción en el Impuesto sobre Actividades Económicas a los locales de las industrias, establecimientos mercantiles, turísticos y profesionales (siempre que haya habido realojamiento o cierre temporal).
- Las ayudas por daños personales estarán exentas del Impuesto sobre la Renta de las Personas Físicas (ver art. 22).

3. Medidas **laborales y de Seguridad Social**:

- La Tesorería General de la Seguridad Social podrá exonerar al empresario del abono de las cuotas de la seguridad social.
- Si hay extinción del contrato las indemnizaciones de los trabajadores correrán a cargo del Fondo de Garantía Salarial.
- Prestaciones por desempleo por el Servicio Público de Empleo estatal por suspensión de contratos o reducción de jornada temporal.
- Moratoria en la cotización a la Seguridad Social.






Los procedimientos de solicitud y de resolución de estas ayudas dependerán de los departamentos ministeriales afectados.

## APÉNDICES

## Apéndice 1. Catálogo de medidas

Medidas	Características
<p>Muro permanente.</p> 	<p>Muro estanco de linde de parcela. Fuente de la imagen: Inclam</p>
<p>Dique enrollable. Instalación temporal.</p> 	<p>Dique enrollable de rápido montaje que aprovecha la propia crecida para desplegarse, creando una barrera contra inundaciones temporal para proteger calles, barrios, edificios. Su diseño modular, sus diferentes alturas y su flexibilidad, permiten adaptarse a todos los relieves: protección perimetral de 360° en terrenos llanos; protección en forma de U en terrenos en pendiente; protección por segmentos apoyada sobre un muro o un dique. Fuente de la imagen: Aggérés</p>
<p>Barrera doble tubo de contención. Instalación temporal.</p> 	<p>Se rellena con agua. Este peso le proporciona la suficiente estabilidad, a la vez que estanqueidad. El sistema puede montarse por un pequeño equipo, se instala de manera rápida y se adapta a cualquier terreno. Pesa 100 kg; puede ser almacenado en espacios pequeños, y el material plástico es muy resistente y reutilizable. Fuente de la imagen: Tandem HSE</p>
<p>Barrera infable. Instalación temporal.</p> 	<p>Los tubos se llenan de aire mediante una bomba/compresor. Con la misma facilidad se desinflan y se almacenan después de la inundación. Al llenarse con aire su peso es bajo, por lo que maneja. Dos personas pueden montar una barrera de protección de 100 m en menos de una hora. El sistema utiliza el propio peso del agua para conseguir una alta estanqueidad y un eficaz anclaje a la superficie, y destaca por su alta versatilidad, ya que se monta sobre cualquier superficie (campos, asfalto, grava, etc.). Fuente de la imagen: Tandem HSE</p>
<p>Barreras de contención desmontables. Instalación permanente o temporal.</p> 	<p>Requiere instalación previa. Montaje rápido; se puede añadir altura a posteriori; el cimientado queda impermeable; los paneles son de acero reforzado (como si fuera una persiana); gran resistencia. Distintas longitudes y alturas, puede elevarse hasta los 5 m de altura. Fuente de la imagen: Ryst</p>



Medidas	Características
<p>Barreras de instalación temporales.</p> 	<p>Es una instalación móvil, válida hasta una altura de inundación de 1,3 m.                      El sistema funciona con la presión del agua de inundación, que aplica una fuerza hacia abajo sobre planchas y soportes, asegurando así la estabilidad y la estanqueidad contra inundaciones de la barrera.                      Fuente de la imagen: IBS engineered products</p>
<p>Muro de cristal. Instalación permanente.</p> 	<p>Aplicable en zonas donde el impacto visual de una barrera de defensa contra inundaciones tradicional no es adecuada. Las longitudes de panel individuales pueden ser de hasta 3 m y altura máxima hasta 2 m. Dos tipos de vidrios: vidrio flotado (laminado) o vidrio pretensado (PG).                      Fuente de la imagen: IBS engineered products</p>
<p>Barrera automática. Instalación permanente.</p> 	<p>Permite el acceso a peatones y el tráfico sobre ella si está abatida.                      Funciona presionando un botón, es automática y se activa mediante sensores, aunque también es posible hacerlo de forma manual. La barrera es capaz de levantarse hasta alturas de 2 m. La longitud máxima de un módulo es de 12 m.                      Incorpora una fuente de alimentación ininterrumpida, de accionamiento manual.                      Fuente de la imagen: Flood control international</p>
<p>Barrera permanente automática por presión de agua.</p> 	<p>Sin costes operativos, no necesita sensores fotoeléctricos, ni fuente de energía, ni intervención humana. Se levantan automáticamente por la presión del agua.                      Fuente de la imagen: Aggérés</p>
<p>Compuerta abatible neumática.</p> 	<p>Barrera oculta bajo tierra.                      Se levanta automáticamente en caso de inundación. Las bombas neumáticas se accionan pulsando un botón o mediante un sensor óptico de agua. Cuando se acciona, la barrera se mueve a la posición vertical, sellando herméticamente la entrada de agua. Se suele emplear en los estacionamientos subterráneos u otros accesos.                      Fuente de la imagen: Aggérés</p>

## Medidas

## Características

Sacos terreros.



No garantizan el sellado hermético. Pueden deteriorarse. Protección de poca altura. Varios tamaños. Baratos.

Sacos de contención *Hydrosack*.



Sacos de materiales absorbentes: saco de emergencia para la formación de una barrera que absorbe y redirecciona el agua. Se hincha con agua, son flexibles y de rápido montaje. Pesa menos que el saco de arena. Retienen agua hasta 3 meses. Desechable, puede ser vaciado vertiendo directamente al terreno. El material es respetuoso con el medio ambiente.

Tamaño de 60 cm x 48 cm.

Fuente de la imagen: Digebis

Barrera contra inundación para la absorción y redirección del agua: *HydroSnake*.



Efecto barrera, ligero, plano, modelo de mayor longitud. Se hincha con agua, son flexibles y de rápido montaje. Pesa menos que el saco de arena. Retienen agua hasta 3 meses. Desechable, puede ser vaciado vertiendo al terreno directamente. Es un material respetuoso con el medio ambiente. Tamaño de 145 cm x 25 cm.

Fuente de la imagen: Digebis

Barrera de contención para puertas. Instalación temporal.



Es necesario llenarla con agua hasta 8 m de longitud. La barrera es flexible, de doble cámara para un llenado rápido con agua. El diámetro de las cámaras es de 400 y 200 mm. En caso de alarma la barrera puede estar operativa en pocos minutos. Longitud 8 m x 0,4 m.

Fuente de la imagen: Denios

Compuerta tajadera. Instalación temporal.



Compuerta normalmente metálica que se instala en puertas y portones para detener la corriente de agua en caso de emergencia.

Fuente de la imagen: CCS

Compuerta de protección. Instalación temporal.



Compuerta ligera y a medida. Fácil de instalar, montándose en menos de 2 minutos. Puede situarse delante de puertas y ventanas, así como de grandes aperturas. Esta defensa contra inundaciones se instala sobre unos raíles casi invisibles para que el aspecto de la puerta o la ventana no se vea afectado. Los soportes son extraíbles, por lo que también se pueden proteger anchos mayores.

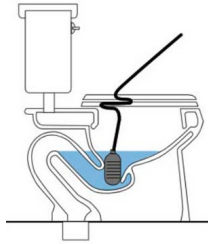
Fuente de la imagen: Aggérés

Medidas	Características
<p>Compuertas contra inundaciones <i>flood gate</i>. Instalación temporal.</p> 	<p>Se trata de una plancha insertada en un marco de acero de 25 mm de grosor que se expande en el plano horizontal y en el vertical. La plancha se rodea de una funda de neopreno de 7 mm de grosor que forma un sello estanco al agua entre ella y la apertura donde se expande. Hay varias medidas. El montaje y el desmontaje se realizan en poco tiempo. Fuente de la imagen: Floodgate, CAG canalizaciones, Tandem HSE</p>
<p>Compuerta permanente automática por presión.</p> 	<p>Compuerta con autocierre. Se acciona gracias al empuje del agua. Las dimensiones son estándar para puertas, pequeños portales y entradas subterráneas. Cuenta con un sistema de drenaje. Fuente de la imagen: Aggérés</p>
<p>Puerta estanca. Instalación permanente.</p> 	<p>Modulo anti-inundaciones adaptable a puertas. Se adosa a la puerta existente, no presenta barreras arquitectónicas, es fácil de fabricar. También es viable para puertas de garajes de naves industriales. Fuente de la imagen: Ingeliur</p>
<p>Puertas antinundación con juntas. Instalación permanente.</p> 	<p>Puertas de seguridad que protegen contra inundaciones mediante juntas sellantes que garantizan la estanqueidad y aguantan el empuje del agua a la altura de la puerta. Fuente de la imagen: Flood control international</p>
<p>Placas de protección de ventanas. Instalación temporal.</p> 	<p>Se fabrican en aluminio ligero. Son completamente desmontables para su almacenamiento en otro lugar. Solo queda de forma permanente la fijación en la pared. El cierre es hermético y estanco. Fuente de la imagen: IBS engineered products</p>
<p>Protección de ventanas estanca. Instalación temporal.</p> 	<p>Se pueden colocar por la parte exterior o interior de las ventanas, sin montaje previo. Los cierres son expansivos; en caso de necesidad, con una bomba de aire se inflan muy rápido y fácilmente. Fuente de la imagen: Noah Water Secure Systems</p>

## Medidas

## Características

Protección contra el retorno de aguas residuales. Instalación temporal.



Es un tubo inflable que bloquea las aguas (residuales) que retornan a los desagües. Sella mediante fuelles de goma que pueden inflarse por medio de una bomba manual. Disponible para diámetros de desagüe entre 48 mm y 320 mm.  
Fuente de la imagen: Aggères

Válvulas anti-retorno. Instalación permanente.



Solución permanente que impide el retorno de aguas residuales a desagües de aseos, baños, cocinas, etc.  
Fuente de la imagen: Aggères

Clapeta anti retorno. Instalación permanente.



Las clapetas se colocan para evitar el retorno del agua residual a las redes de saneamiento. Son fáciles de colocar. Utilizadas en entornos costeros o muy planos.  
Fuente de la imagen: CAG canalizaciones

Figura 77. Catálogo de medidas para la reducción de la vulnerabilidad en edificios.

Todos los sistemas de seguridad eléctrica deben contar con un **SAI: Sistema de Alimentación Ininterrumpida**.

## Apéndice 2. Ejemplos prácticos para identificar el riesgo de inundación de una zona en el CNIH y en el SNCZI

### Catálogo Naciones de Inundaciones Históricas (CNIH). Ejemplo práctico

1. Para saber si un edificio se encuentra en una zona que ha sufrido inundaciones históricas hay que **acceder al visor** en la web: <http://www.proteccioncivil.es/cnih>

2. Pulsar en **selección de capas** visibles y se abrirá un nuevo menú con las capas seleccionables. Seleccionar **municipio**.

3. Mediante la herramienta **selección geográfica** se pincha en el municipio (se pueden seleccionar varios a la vez) y aparece el panel **consultar**, se pulsa este menú y aparece el **listado de eventos**.

Si se hace la selección por río se podrán consultar todos los eventos de la cuenca.

Por defecto se encuentra visible la delimitación de las cuencas hidrográficas pero se pueden visualizar comunidades autónomas, municipios o ríos y otras capas base.

Copiar	Excel	Imprimir	Buscar:		
Episodio	Episodio Catálogo	Cuenca	Fecha de inicio	Fecha de final	Denominación
04-19951111-19950231-N	6183121	GUADIANA	11/11/1995	01/02/1996	INUNDACIONES NOVIEMBRE A ENERO FEB 1996
04-19991020-19991020-N	6383121	GUADIANA	20/10/1999	29/10/1999	INUNDACIONES OCTUBRE 1999

Copiar	Excel	Imprimir	Buscar:		
Episodio	Episodio Catálogo	Cuenca	Fecha de inicio	Fecha de final	Denominación
04-19790206-19790217-N	5853121	GUADIANA	26/01/1979	27/01/1979	Inundación Enero 1979
04-19951111-19950231-N	6183121	GUADIANA	11/11/1995	01/02/1996	INUNDACIONES NOVIEMBRE A ENERO FEB 1996
04-19961211-19961229-N	6253121	GUADIANA	11/12/1996	29/12/1996	INUNDACIONES DICIEMBRE 1996 A ENERO 1997
04-19991020-19991020-N	6383121	GUADIANA	20/10/1999	29/10/1999	INUNDACIONES OCTUBRE 1999
04-20010302-20010300-A	6433121	GUADIANA	03/03/2001	08/03/2001	Inundación marzo 2.001

- Dentro de estos **listados de eventos** se pueden seleccionar cada uno de los episodios, y si se pulsa en **mostrar datos del episodio** se dan los detalles de ese episodio: daños genéricos, datos significativos, datos sobre indemnizaciones, datos meteorológicos, datos hidrológicos y áreas afectadas.

- Si se desea realizar otra búsqueda, seleccionar **limpiar selección** y volver a hacer otra búsqueda mediante **selección geográfica**.

## Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI). Ejemplo práctico

- Para saber si la zona que nos interesa tiene delimitada la zona inundable se puede **acceder al visor cartográfico** en la web: <http://www.sig.mapama.es/snczi/>



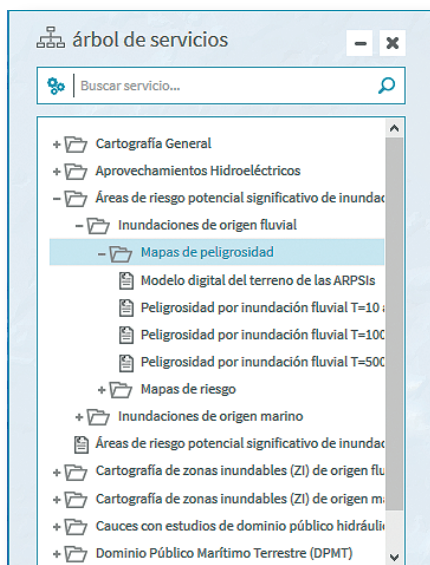
- Localizar un área en el mapa.** Hay distintos tipos de búsquedas:
  - Usando la barra de herramientas situada en la esquina inferior izquierda del visor: zoom por caja o por extensión.
  - Mediante las herramientas de la zona superior del visor llamadas **coordenadas** o **localizar**. Con ellas se puede localizar la dirección, el municipio, la provincia, la comunidad autónoma, las coordenadas, el número de hoja del Mapa Topográfico Nacional (MTN), o la demarcación hidrográfica.

A través de este visor se puede navegar, analizar y consultar la información geográfica, acercar y alejar la vista, etc. También dispone de herramientas tipo desplazamiento, de medición, de visualización u ocultación de capas, etc.

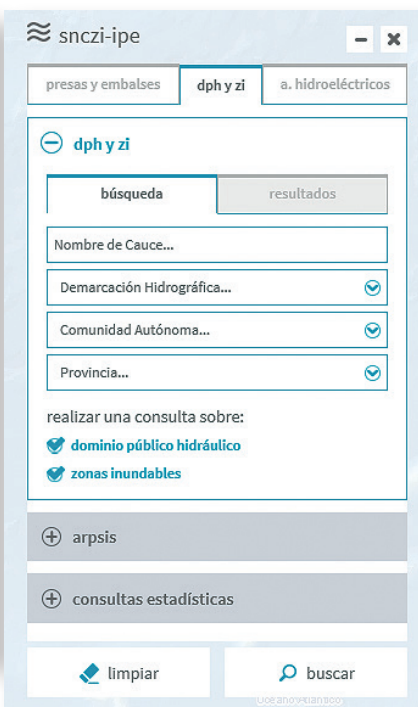
3. **Cargar información.** Para ello hay que acceder a las herramientas situadas en la parte superior del visor, entre las que se encuentran funcionalidades específicas, como árbol de servicios, tabla de contenidos y SNCZI-IPE.



Como se observa, las zonas inundables se organizan por periodo de retorno.



En el árbol de servicios se encuentra toda la información sobre: cartografía general, aprovechamientos hidroeléctricos, ARPSIs, cartografía de zonas inundables de origen fluvial y marino, cauces con estudios de DPH, dominio público terrestre, inventario de presas y embalses.

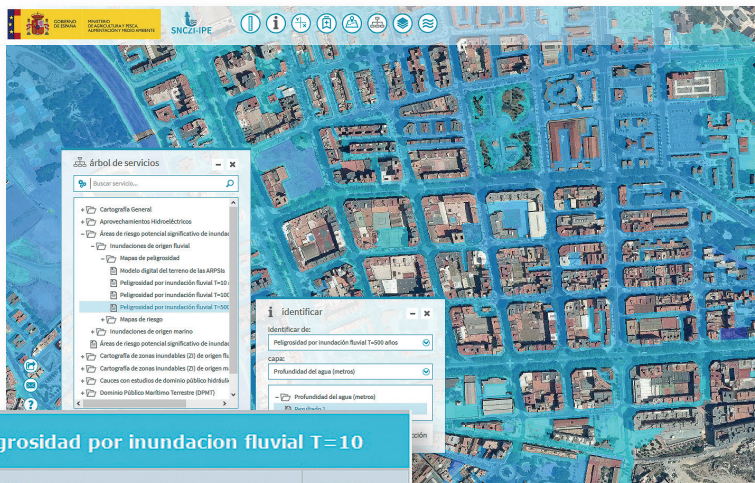


SNCZI-IPE  
Se pueden realizar consultas estadísticas.



La tabla de contenidos muestra la información cargada en el mapa y la leyenda.

4. **Obtener información** de las capas cargadas en el visor. Para ello, pinchar con la herramienta *identificar* sobre la capa, y mediante *ver informe/resultados* se abrirá una ficha con los datos de esa zona y capa.



Peligrosidad por inundación fluvial T=10	
Atribute	Value
Profundidad del agua (metros)	0.2

### Apéndice 3. Ejemplo teórico de un plan de acción. Valoración económica

A modo de ejemplo se analiza el riesgo de inundación de una vivienda teórica, para 4 hipótesis o escenarios de inundación distintos, en función de la ubicación de la edificación. En los 4 casos se considera la misma vivienda de referencia, de superficie de unos 100 m<sup>2</sup> útiles con la distribución que se muestra en el siguiente plano (Figura 78). Consta, por tanto, de las siguientes estancias: recibidor, salón comedor, 3 dormitorios, 2 baños, cocina y terraza. Contiene un mobiliario de tipo básico.

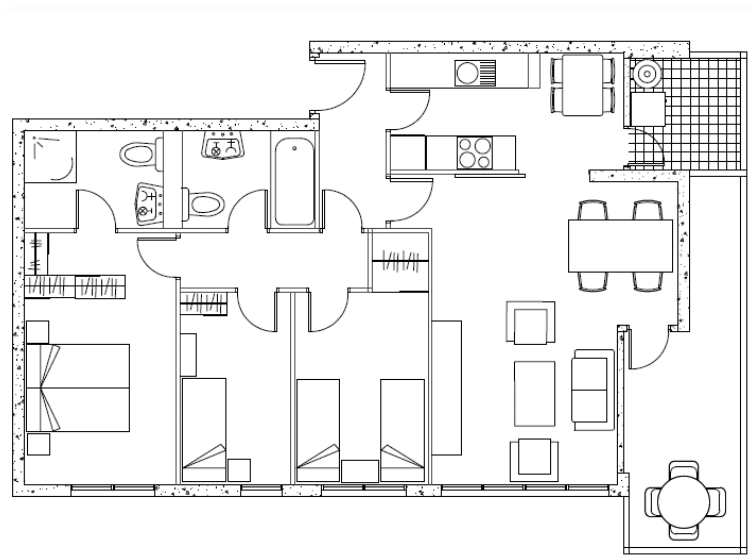


Figura 78. Plano de vivienda tipo de 100 m<sup>2</sup> útiles.

Desde el punto de vista de la tipología de la edificación, se suponen dos hipótesis diferentes:

- una primera, en la que la vivienda se corresponde con un piso situado en la planta baja de un edificio construido en un caso urbano consolidado.
- una segunda, que se corresponde con una vivienda unifamiliar situada en una zona residencial de baja densidad de edificación.

Para realizar el diagnóstico del riesgo de inundación actual se empieza por consultar la información disponible sobre inundabilidad, en este caso, el visor del SNCZI y comprobar que el inmueble se encuentra en zona inundable. A continuación, se obtiene la altura que teóricamente alcanzaría el agua en el entorno del edificio para cada probabilidad de ocurrencia o periodo de retorno.

Siguiendo con los casos teóricos, se añaden a cada tipología de vivienda dos hipótesis adicionales desde el punto de vista de la gravedad de la inundación:

- una primera, en la que la vivienda está afectada por las inundaciones de los periodos de retorno de 10, 100 y 500 años.
- una segunda, en la que el edificio solo se inunda para el periodo de retorno de 500 años.

De forma que el análisis se realiza para 4 hipótesis o casos de inundación: 2 por la tipología de la edificación y 2 por la gravedad de la peligrosidad de inundación:

Hipótesis	Altura (m) de agua		
	T= 10 años	T= 100 años	T= 500 años
Hipótesis 1: piso, inundación grave	0,4	1,8	2,7
Hipótesis 2: piso, inundación leve	-	-	0,3
Hipótesis 3: casa, inundación grave	0,4	1,8	2,7
Hipótesis 4: casa, inundación leve	-	-	0,3

Tabla 12. Altura de agua de agua estimada en la zona inundable en el entorno de la vivienda.

Tras un análisis de toda la vivienda se identifican como **posibles puntos de entrada de agua** la puerta de acceso a la vivienda, la puerta de la terraza y las ventanas. También existen 2 elementos de aireación del gas



natural, situados en el tendedero, donde se encuentra instalada la caldera de gas. Una de las rejillas de aireación se encuentra a 0,3 m del suelo del tendedero y la otra a 2,50 m del mismo. Asimismo, el agua podría introducirse por los desagües del plato de ducha, bañera, inodoro, lavabo, fregadero o desagües de lavadora y lavavajillas. Por último se considera, teóricamente, que podía filtrarse agua por algunas grietas identificadas en la fachada y por la deficiente impermeabilización de la cimentación.

A continuación, de forma tabulada se **identifica todo el continente y el contenido de la vivienda**. Al tratarse de un ejemplo teórico no se incluyen los alimentos almacenados en la cocina, existencia de mascotas, garaje, etc. ya que se pretende obtener un primer dato del valor de los daños que se podrían producir. El valor de esta vivienda ronda los 150.000 euros, como se justifica en la tabla siguiente (Tabla 13).

El siguiente paso es analizar el **alcance económico de las pérdidas o daños** que se podrían producir en el caso de que la vivienda se inunde. En el ejemplo (Tabla 13) se han calculado los daños potenciales para distintas alturas de agua, según las hipótesis de que la vivienda tiene el suelo de tarima y las paredes de ladrillo. Según datos del Consorcio de Compensación de Seguros el valor de las pérdidas cambia considerablemente, disminuyendo si se utiliza baldosa para la solería y aumentando, si las paredes se construyen con placas de yeso laminado. Como datos de partida se considera, para todos los casos, que el agua dentro de la vivienda alcanza el mismo nivel que en el exterior y que el techo se sitúa a 3 m del suelo.

Al valor de los daños calculados habría que añadir también otros indirectos derivados de la limpieza y desinfección de la vivienda, la estancia en un hotel hasta que dicha vivienda esté acondicionada, los daños en el vehículo, etc.

CONTINENTE	Nivel de agua								
	Valor piso de 100 m²			0,3 - 0,5 m		1- 2 m		3 m	
	Ud	Precio/Ud	Precio Total	Afección	Pérdidas	Afección	Pérdidas	Afección	Pérdidas
<b>GENERAL</b>									
Actuaciones previas, terreno	100	30 €	3.000 €	0%	0 €	0%	0 €	0%	0 €
P/P Cimentación	100	38 €	3.800 €	0%	0 €	0%	0 €	0%	0 €
P/P Estructura	100	180 €	18.000 €	0%	0 €	0%	0 €	5%	900 €
P/P Fachadas, cierres, aislamiento, acabado	42	120 €	5.040 €	0%	0 €	0%	0 €	30%	1.512 €
P/P Cubierta	100	36 €	3.600 €	0%	0 €	0%	0 €	0%	0 €
Albañilería, ladrillo, particiones interiores, suelo	100	100 €	10.000 €	0%	0 €	0%	0 €	0%	0 €
Suelo tarima	83	60 €	4.980 €	100%	4.980 €	100%	4.980 €	100%	4.980 €
Baldosas	17	45 €	765 €	0%	0 €	25%	191 €	40%	306 €
Pintura	370	10 €	3.700 €	40%	1.480 €	75%	2.775 €	100%	3.700 €
Yesos, revocos, enfoscados	370	15 €	5.550 €	25%	1.388 €	60%	3.330 €	95%	5.273 €
Azulejos	70	30 €	2.100 €	0%	0 €	0%	0 €	10%	210 €
Puertas interiores	9	300 €	2.700 €	80%	2.160 €	100%	2.700 €	100%	2.700 €
Puerta blindada	1	1.000 €	1.000 €	75%	750 €	100%	1.000 €	100%	1.000 €
Puerta de terraza	2	600 €	1.200 €	0%	0 €	60%	720 €	100%	1.200 €
Ventana, incluida persiana	9	600 €	5.400 €	0%	0 €	40%	2.160 €	80%	4.320 €
Limpieza desembarre	100	7 €	700 €	30%	210 €	100%	700 €	100%	700 €
Demoliciones y gestión residuos	100	6 €	600 €	50%	300 €	100%	600 €	100%	600 €
Seguridad y salud	100	15 €	1.500 €	0%	0 €	30%	450 €	30%	450 €
<b>INSTALACIONES</b>									
Instalación eléctrica	1	7.000 €	7.000,00 €	10%	700 €	50%	3.500 €	70%	4.900 €
Instalación gas	1	650 €	650,00 €	0%	0 €	10%	65 €	40%	260 €
Instalación saneamiento	1	2.300 €	2.300,00 €	0%	0 €	0%	0 €	0%	0 €
Instalación Telefonía - Datos - TV	1	700 €	700,00 €	20%	140 €	80%	560 €	95%	665 €
Fontanería	1	4.500 €	4.500,00 €	0%	0 €	40%	1.800 €	80%	3.600 €
Sanitarios	1	2.500 €	2.500,00 €	0%	0 €	0%	0 €	0%	0 €
Calefacción red, radiadores, caldera	100	75 €	7.500,00 €	0%	0 €	25%	1.875 €	60%	4.500 €
Aire acondicionado	1	2.000 €	2.000,00 €	0%	0 €	0%	0 €	100%	2.000 €
Radiador toallero	2	150 €	300,00 €	0%	0 €	100%	300 €	100%	300 €
Ventilación	1	1.500 €	1.500,00 €	0%	0 €	0%	0 €	100%	1.500 €
			102.585 €		12.108 €		27.706 €		45.576 €

CONTINENTE	Nivel de agua								
	Valor piso de 100 m <sup>2</sup>			0,3 - 0,5 m		1- 2 m		3 m	
	Ud	Precio/Ud	Precio Total	Afección	Pérdidas	Afección	Pérdidas	Afección	Pérdidas
<b>DORMITORIOS</b>									
Cama de 90	3	500 €	1.500 €	40%	600 €	100%	1.500 €	100%	1.500 €
Cama de 150	1	800 €	800 €	40%	320 €	100%	800 €	100%	800 €
Mesilla	4	100 €	400 €	70%	280 €	100%	400 €	100%	400 €
Armario	6	1.200 €	7.200 €	50%	3.600 €	100%	7.200 €	100%	7.200 €
Ordenador	1	1.500 €	1.500 €	0%	0 €	100%	1.500 €	100%	1.500 €
<b>SALÓN-COMEDOR</b>									
Sofá	4	400 €	1.600 €	100%	1.600 €	100%	1.600 €	100%	1.600 €
Mesa auxiliar	1	100 €	100 €	100%	100 €	100%	100 €	100%	100 €
Mesa de comedor	1	500 €	500 €	50%	250 €	100%	500 €	100%	500 €
Silla de comedor	6	100 €	600 €	40%	240 €	100%	600 €	100%	600 €
Mueble librería	1	1.200 €	1.200 €	60%	720 €	100%	1.200 €	100%	1.200 €
Aparador	1	600 €	600 €	70%	420 €	100%	600 €	100%	600 €
Televisión	1	600 €	600 €	0%	0 €	100%	600 €	100%	600 €
<b>TERRAZA</b>									
Mesa	1	100 €	100 €	20%	20 €	100%	100 €	100%	100 €
Silla	4	200 €	800 €	40%	320 €	100%	800 €	100%	800 €
<b>COCINA</b>									
Muebles de la cocina	1	7.000 €	7.000 €	40%	2.800 €	100%	7.000 €	100%	7.000 €
Frigorífico	1	800 €	800 €	100%	800 €	100%	800 €	100%	800 €
Lavadora	1	500 €	500 €	100%	500 €	100%	500 €	100%	500 €
Mesa de Comedor	1	200 €	200 €	70%	140 €	100%	200 €	100%	200 €
Silla	4	50 €	200 €	40%	80 €	100%	200 €	100%	200 €
Termo	1	650 €	650 €	0%	0 €	100%	650 €	100%	650 €
Lavavajillas	1	600 €	600 €	100%	600 €	100%	600 €	100%	600 €
Horno	1	500 €	500 €	0%	0 €	100%	500 €	100%	500 €
Placa vitroceramica	1	400 €	400 €	0%	0 €	100%	400 €	100%	400 €
Campana extractora	1	380 €	380 €	0%	0 €	100%	380 €	100%	380 €
Microondas	1	150 €	150 €	0%	0 €	100%	150 €	100%	150 €
<b>VARIOS</b>									
Enseres	1	15.000 €	15.000 €	25%	3.750 €	100%	15.000 €	100%	15.000 €
Joyas - cuadros - elementos de valor	1	4.000 €	4.000 €	0%	0 €	100%	4.000 €	100%	4.000 €
Lámpara mesilla - pie	8	80 €	640 €	50%	320 €	100%	640 €	100%	640 €
Lámpara techo	13	100 €	1.300 €	0%	0 €	0%	0 €	100%	1.300 €
Cortina	9	150 €	1.350 €	50%	675 €	100%	1.350 €	100%	1.350 €
Alfombra salón	1	300 €	300 €	100%	300 €	100%	300 €	100%	300 €
Alfombra dormitorio	4	100 €	400 €	100%	400 €	100%	400 €	100%	400 €
<b>TOTAL:</b>			51.870 €		18.835 €		50.570 €		51.870 €
<b>CONTINENTE Y CONTENIDO</b>			154.455 €		30.943 €		78.276 €		97.446 €

Tabla 13. Valor de los elementos de la vivienda y estimación del valor de los daños que podría producir el agua.

Los daños estimados dependerán de la altura de agua alcanzada por periodo de retorno. Para calcular el valor de las pérdidas correspondiente a cada periodo de retorno se ha aplicado una regla proporcional utilizando los datos la tabla anterior (tabla 13).

Conocida la naturaleza probabilística de un suceso hidrológico y los daños que se producirían en el caso de que este suceso se produjera (Hidrología Aplicada, Chow, 1994), se calcula el coste anual de daños esperado por avenidas mediante la fórmula que integra los daños y sus frecuencias:

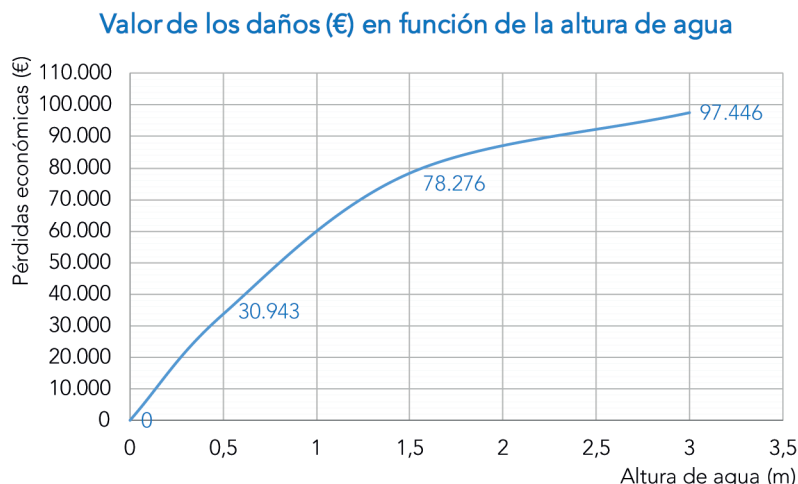


Figura 79. Gráfico del valor de los daños potenciales en función de la altura de agua.

$$D = \sum_{i=1}^{\infty} \frac{D(x_{i-1}) + D(x_i)}{2} [P(x \geq x_{i-1}) - P(x \geq x_i)]$$

Donde **D(x)** es el daño que resultaría de ese evento **x** y **P(x)** es la probabilidad de que un evento de magnitud ocurra en un año dado, es decir, la inversa del periodo de retorno.

La suma de cada intervalo de daños y probabilidades  $\frac{D(x_{i-1}) + D(x_i)}{2} [P(x \geq x_{i-1}) - P(x \geq x_i)]$  la denominaremos daños incrementales de cada intervalo de probabilidad (5 a 10 años, 10 a 100 años y 100 a 500 años).

Para este caso el coste anual de daños esperado se calcula aplicando la fórmula desarrollada de la siguiente manera:

$$D = \frac{D(T5) + D(T10)}{2} [P(T5) - P(T10)] + \frac{D(T10) + D(T100)}{2} [P(T10) - P(T100)] + \frac{D(T100) + D(T500)}{2} [P(T100) - P(T500)]$$

Los valores de **D** y **P** a emplear son:

- D(T5), D(T10), D(T100) y D(T500): daños totales que se producen para la avenida de 5 años (0 euros), 10, 100 y 500 años.
- P(T5), P(T10), P(T100) y P(500): Probabilidades anuales de ocurrencia para los citados periodos de retorno: 1/5, 1/10, 1/100 y 1/500.

Respecto al valor inicial de probabilidad para la que no hay daños por inundación se ha supuesto que en las hipótesis 1 y 3 los daños se producen a partir de la avenida de 5 años de periodo de retorno. En cada caso concreto habría que estimar este valor.

Una vez calculado el coste anual de los daños, estos se deben acumular en el periodo de uso de la vivienda. En este caso se ha supuesto un periodo de 30 años consecutivos. Para calcular las pérdidas potenciales durante ese periodo se multiplica el valor del coste anual de daños por el número de años consecutivos que se utilizará la vivienda, es decir, 30 años según este ejemplo.

Una vez valoradas las pérdidas potenciales por inundación, y conocidos los "puntos débiles" de la vivienda, se puede **diagnosticar** la situación actual. Solo quedaría añadir cuál es el **nivel de riesgo que es factible o no asumir**. En este caso el objetivo sería intentar reducir al máximo el nivel de riesgo en relación con el costo de las medidas a emplear.

Con la información anterior es posible plantear las medidas viables en cada caso. Estas medidas se organizan por conjuntos. Estos conjuntos se denominan **alternativas**. El objetivo de algunas alternativas es la protección total, aunque cuando se habla del 100% de reducción del riesgo hay que entenderlo como un ejercicio teórico, puesto que el riesgo nulo no existe, ya que cabe la posibilidad de que fallen las medidas. Sin embargo, con otras alternativas persiste un riesgo residual, aunque menor, aun en el caso de que no fallen las medidas. Para calcular el riesgo residual se aplica la misma metodología que se ha expuesto anteriormente.

Se han planteado una serie de alternativas para cada ubicación. Con el fin de poder compararlas, se ha intentado que el nivel de reducción del riesgo sea similar. Cada una de esas alternativas consta de una serie de medidas valoradas. Es importante señalar que el coste de las medidas propuestas es también teórico. Por eso, en el momento de elegir la medida más adecuada hay que consultar precios reales y solicitar un presupuesto al técnico correspondiente.

El número de alternativas razonables que se pueden plantear depende de cada caso. En este ejemplo, dependiendo de la ubicación, se han formulado hasta 4 alternativas. En todos los casos se ha analizado el riesgo residual que quedaría tras la implantación de las medidas. Con este dato se ha calculado el porcentaje de reducción del riesgo y los beneficios que se obtienen. Estos beneficios se calculan como la diferencia entre el riesgo inicial y el riesgo residual, esto es, el equivalente a calcular el valor de los daños evitados.

La siguiente tabla muestra, para cada hipótesis, los datos de partida: la altura de agua, la probabilidad anual de ocurrencia y los daños por periodo de retorno y el daño anual medio, el daño acumulado en 30 años. Así como los datos asociados a cada alternativa: el coste de las medidas, el valor de los daños residuales, el daño residual acumulado en 30 años y la reducción del riesgo

### Hipótesis 1: piso, inundación con peligrosidad grave

HIPÓTESIS 1	Periodo de retorno		
	T=10 años	T= 100 años	T=500 años
Altura de agua	0,4 m	1,8 m	2,7 m
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
Daño	26.000 €	84.000 €	94.000 €
Daño incremental	1.300 €	4.950 €	712 €
Daño anual medio		6.962 €	
Daño acumulado en 30 años		208.860 €	
<b>"COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1:</b> - Plan de emergencia familiar - Asegurar la propiedad - ACCIONES TIPO RESISTIR: - Sellado de la fachada e impermeabilización de la cimentación del edificio. Obra de la comunidad de vecinos. Hipótesis: 4.000 € de derrama. - Instalación de 2 puertas y 5 ventanas impermeables. En total: 40.000 €. - Impermeabilización temporal de los sistemas de aireación: 300 €. - Instalación de válvulas anti-retorno: 3.000 €."		47.300 €	
Daño residual con la Alternativa 1		0 €	
Reducción del riesgo con la Alternativa 1		100%	
<b>"COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 2:</b> - Plan de emergencia familiar - Asegurar la propiedad - Evaluar la necesidad de una salida de emergencia - ACCIONES TIPO RESISTIR hasta 1,2m más TOLERAR ya que a partir de esta altura puede entrar el agua. - Sellado de la fachada e impermeabilización de la cimentación del edificio. Obra de la comunidad de vecinos. Hipótesis: 4.000 € de derrama. - Instalación de 2 puertas impermeables. En total: 12.000 €. - Impermeabilización temporal de los sistemas de aireación: 300 €. - Instalación de válvulas anti-retorno: 3.000 €. - Sustitución de la tarima por suelo cerámico: 4.000 €. - Elevar la instalación eléctrica y red de datos-TV: 4.000 €. - Medidas consideradas de coste cero euros: elevar las alfombras, quitar cortinas, elevar enseres, TV, microondas, joyas, etc., lámparas de pie y de mesa, sillas..."		27.300 €	
Daño residual con la Alternativa 2	0 €	59.000 €	80.000 €
Daño residual incremental con la Alternativa 2	0 €	2.655 €	556 €
Daño residual acumulado en 30 años con la Alternativa 2		96.330 €	
Reducción del riesgo con la Alternativa 2		54%	



HIPÓTESIS 1	Periodo de retorno		
	T=10 años	T= 100 años	T=500 años
"COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 3: - Plan de emergencia familiar - Asegurar la propiedad - Evaluar la necesidad de una salida de emergencia - ACCIONES TIPO TOLERAR - Sellado de la fachada e impermeabilización de la cimentación del edificio. Obra de la comunidad de vecinos. Hipótesis: 4.000 € de derrama. - Sustitución de la tarima por suelo cerámico: 4.000 €. - Elevar la instalación eléctrica y red de datos-TV: 4000 €. - Medidas consideradas de coste cero euros: elevar las alfombras, quitar cortinas, elevar enseres, ordenador, TV, microondas, joyas, etc., lámparas de pie y de mesa, sillas, etc. - Instalación de válvulas anti-retorno: 3.000 €. - Impermeabilización temporal de los sistemas de aireación: 300 €."		15.300 €	
Daño residual con la Alternativa 3	17.000 €	58.000 €	78.000 €
Daño residual incremental con la Alternativa 3	850 €	3.375 €	544 €
Daño residual acumulado en 30 años con la Alternativa 3		143.070 €	
Reducción del riesgo con la Alternativa 3		31%	

Tabla 14. Daños y coste de las medidas según las distintas alternativas planteadas en la hipótesis 1.

## Hipótesis 2: piso, inundación leve

HIPÓTESIS 2	Periodo de retorno		
	T=10 años	T= 100 años	T=500 años
Altura de agua	-	-	0,3 m
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
Daño	0 €	0 €	20.000 €
Daño incremental	0 €	0 €	80 €
Daño anual medio		80 €	
Daño acumulado en 30 años		2.400 €	
"COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1: - Plan de emergencia familiar - Asegurar la propiedad - ACCIONES TIPO RESISTIR TEMPORALES: - Instalación de barreras para las puertas o compra de sacos de contención: 600 €. - Impermeabilización temporal de la rejilla de aireación inferior de aireación: 50 €. - Instalación de válvulas anti-retorno: 500 €."		1.150 €	
Daño residual con la Alternativa 1		0 €	
Reducción del riesgo con la Alternativa 1		100%	
"COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 2: - Plan de emergencia familiar - Asegurar la propiedad - ACCIONES TIPO TOLERAR: - Sustitución de la tarima por suelo cerámico: 4.000 €. - Instalación de válvulas anti-retorno: 500 €. - Medidas consideradas de coste cero euros: elevar las alfombras, quitar cortinas, elevar enseres, ordenador, TV, microondas, joyas, etc., lámparas de pie y de mesa, sillas, etc."		4.500 €	
Daño residual con la Alternativa 2	0 €	0 €	12.500 €
Daño residual incremental con la Alternativa 2	0 €	0 €	50 €
Daño residual acumulado en 30 años con la Alternativa 2		1.500 €	
Reducción del riesgo con la Alternativa 2		38%	

Tabla 15. Daños y coste de las medidas según las distintas alternativas planteadas en la hipótesis 2.

### Hipótesis 3: casa, inundación grave.

HIPÓTESIS 3	Periodo de retorno		
	T=10 años	T= 100 años	T=500 años
Altura de agua	0,4 m	1,8 m	2,7 m
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
Daño	26.000 €	84.000 €	94.000 €
Daño incremental	1.300 €	4.950 €	712 €
Daño anual medio		6.962 €	
Daño acumulado en 30 años		208.860 €	
"COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1: - Plan de emergencia familiar - Asegurar la propiedad - ACCIONES TIPO RESISTIR: - Sellado de la fachada e impermeabilización de la cimentación del edificio: 80.000 €. - Instalación de 2 puertas y 5 ventanas impermeables. En total: 40.000 €. - Impermeabilización temporal de los sistemas de aireación: 300 €. - Instalación de válvulas anti-retorno: 3.000 €. - Salida de emergencia: 12000 €."		135.300 €	
Daño residual con la Alternativa 1		0 €	
Reducción del riesgo con la Alternativa 1		100%	
"COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 2: - Plan de emergencia familiar - Asegurar la propiedad - ACCIONES TIPO EVITAR hasta 1,2m más TOLERAR ya que a partir de esta altura puede entrar el agua. - Sellado de la fachada e impermeabilización de la cimentación del edificio: 80.000 €. - Impermeabilización muro linde finca: 6.000 €. - Instalación de puerta de acceso a la finca impermeable. En total: 12.000 €. - Impermeabilización temporal de los sistemas de aireación: 300 €. - Instalación de válvulas anti-retorno: 3.000 €. - Sustitución de la tarima por suelo cerámico: 4.000 €. - Elevar la instalación eléctrica y red de datos-TV: 4.000 €. - Medidas consideradas de coste cero euros: elevar las alfombras, quitar cortinas, elevar enseres, ordenador, TV, microondas, joyas, lámparas de pie y de mesa, sillas, etc. - Salida de emergencia: 12.000 €."		121.300 €	
Daño residual con la Alternativa 2	0 €	49.681 €	86.211 €
Daño residual incremental con la Alternativa 2	0 €	2.655 €	556 €
Daño residual acumulado en 30 años con la Alternativa 2		96.330 €	
Reducción del riesgo con la Alternativa 2		54%	
"COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 3: - Plan de emergencia familiar - Asegurar la propiedad -ACCIONES TIPO TOLERAR - Sellado de la fachada e impermeabilización de la cimentación del edificio: 80.000 €. - Sustitución de la tarima por suelo cerámico: 4.000 €. - Elevar la instalación eléctrica y red de datos-TV: 4000 €. - Medidas consideradas de coste cero euros: elevar las alfombras, quitar cortinas, elevar enseres, ordenador, TV, microondas, joyas, lámparas de pie y de mesa, sillas, etc. - Instalación de válvulas anti-retorno: 3.000 €. - Impermeabilización temporal de los sistemas de aireación: 300 €. - Salida de emergencia: 12.000 €."		103.300 €	
Daño residual con la Alternativa 3	17.000 €	58.000 €	78.000 €
Daño residual incremental con la Alternativa 3	850 €	3.375 €	544 €
Daño residual acumulado en 30 años con la Alternativa 3		143.070 €	
Reducción del riesgo con la Alternativa 3		31%	
"COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 4: - Plan de emergencia familiar - Asegurar la propiedad - ACCIONES TIPO TOLERAR-ELEVAR - Revisión de la cimentación del edificio y accesos: 30.000 €. - Construcción de una nueva planta, dedicando la planta baja a uso sin valor: 60.000 €."		90.000 €	
Daño residual con la Alternativa 4		0 €	
Reducción del riesgo con la Alternativa 4		100%	

Tabla 16. Daños y coste de las medidas según las distintas alternativas planteadas en la hipótesis 3.

### Hipótesis 4: casa, inundación leve.

HIPÓTESIS 4	Periodo de retorno		
	T=10 años	T= 100 años	T=500 años
Altura de agua	-	-	0,3 m
Probabilidad anual	0,1	0,01	0,002
Daño	0 €	0 €	20.000 €
Daño incremental	0 €	0 €	80 €
Daño anual medio	80 €		
Daño acumulado en 30 años	2.400 €		
"COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 1: - Plan de emergencia familiar - Asegurar la propiedad - ACCIONES TIPO RESISTIR TEMPORALES: - Instalación de barreras para las puertas o compra de sacos de contención: 600 €. - Impermeabilización temporal de la rejilla de aireación inferior de aireación: 50 €. - Instalación de válvulas anti-retorno: 500 €. - Impermeabilización de la fachada y cimentación: 18.000 €."	19.150 €		
Daño residual con la Alternativa 1	0 €		
Reducción del riesgo con la Alternativa 1	100%		
"COSTE MEDIDAS DE LA ALTERNATIVA 2: - Plan de emergencia familiar - Asegurar la propiedad - ACCIONES TIPO EVITAR: - Impermeabilización del muro linde de la finca: 6.000 €. - Instalación de puerta de acceso a la finca impermeable. En total: 12.000 €. - Impermeabilización temporal de la rejilla de aireación inferior de aireación: 50 €. - Instalación de válvulas anti-retorno: 500 €."	7.750 €		
Daño residual con la Alternativa 2	0 €	0 €	0 €
Daño residual incremental con la Alternativa 2	0 €	0 €	0 €
Daño residual acumulado en 30 años con la Alternativa 2	0 €		
Reducción del riesgo con la Alternativa 2	100%		

Tabla 17. Daños y coste de las medidas según las distintas alternativas planteadas en la hipótesis 4.

La primera medida esencial para cualquiera de las hipótesis y alternativas es la elaboración del plan de emergencia familiar y tener un seguro, ya que sin apenas coste, se salvaguarda al máximo la seguridad de las personas, los bienes más sensibles y la capacidad de recuperación después del episodio.

El resto de medidas de protección planteadas tienen el objetivo de impedir la entrada de agua por los puntos débiles de la vivienda, dependiendo de la altura de agua estimada para cada escenario de inundación.

En ocasiones, si la medida es económicamente viable y el beneficio que se consigue con ella es alto, se ha planteado de forma sistemática para cada alternativa. Por ejemplo, instalar un sistema que impida el retorno del agua residual y que ésta entre por los desagües.

El tipo de edificación es otro factor a tener en cuenta a la hora de plantear un tipo de medidas u otras. Por ejemplo, las medidas tipo EVITAR resultan muy buena opción en las viviendas unifamiliares, pero no se pueden aplicar, de forma individual, a los pisos, salvo que tengan zonas comunes o espacios asociados.

**El coste del conjunto de las medidas de cada alternativa se ha comparado con los daños.** Hay que comparar, por tanto, la cantidad de dinero que se puede invertir con el nivel de pérdidas que económicamente se puede asumir.

En todos los casos la alternativa 1 plantea medidas para proteger al máximo la vivienda., es decir, alcanzar como nivel de protección la altura esperable correspondiente a la inundación más severa, esto es, la de 500 años de periodo de retorno.

Como alternativa 2, en los casos de las hipótesis 1 y 3, donde los valores de pérdidas son elevados, se han propuesto acciones estructurales tipo RESISTIR o EVITAR hasta la cota de las ventanas de una planta baja, esto es, 1,2 m de altura, y TOLERAR en caso de que se presente una inundación que supere el umbral de 1,2 m. En este caso se necesitaría un estudio de mayor profundidad, incluyendo los costes de todas las medidas y el valor de todas las pérdidas para decidir cuáles son las medidas que el propietario de la vivienda puede permitirse y con las que se siente seguro. Tras este análisis puede que decida acometer también medidas para reducir los daños en equipamientos y servicios, como la modificación de la red eléctrica y elevar la altura sobre el suelo de todo el sistema. En los casos de las hipótesis 2 y 4, aunque los daños son mucho menores, las medidas proporcionan un enorme beneficio.

Habría que valorar los daños físicos, las pérdidas de objetos personales, el coste de un alquiler hasta que se rehabilite la vivienda, etc., y la decisión de cómo convivir con el riesgo.

Por último, habría que **elegir la alternativa más adecuada**. En esta decisión se consideran una serie de factores, como los económicos, el nivel de seguridad con el que se pueda convivir, etc. En este ejemplo la decisión se ha tomado únicamente a partir de la relación entre el beneficio y el coste (B/C). Los resultados de esta relación son los siguientes:

ALTERNATIVAS	Piso		Vivienda aislada	
	Hipótesis 1	Hipótesis 2	Hipótesis 3	Hipótesis 4
Beneficio/coste de la alternativa 1	4,42	2,09	1,54	0,13
Beneficio/coste de la alternativa 2	4,12	0,20	0,93	0,31
Beneficio/coste de la alternativa 3	4,30		0,64	
Beneficio/coste de la alternativa 4			2,32	

Tabla 18. Beneficio/Coste de cada alternativa propuesta.

El ratio Beneficio/Coste indica el beneficio que genera la alternativa comparada con el coste de la misma. Un valor de 5,0 significa que el ahorro económico que genera esta alternativa permitirá ahorrar 5 veces la cifra de las pérdidas exclusivamente económicas esperables. Este índice es útil para comparar las distintas alternativas y elegir cuales de ellas son más interesantes desde el punto de vista económico. Por lo tanto, cuanto más alto es este valor más rentable es la inversión.

Es decir, en nuestro ejemplo, las alternativas más adecuadas corresponderían a:

- Piso bajo en zona de alta peligrosidad de inundación: RESISTIR hasta 1,2 m y TOLERAR para alturas de agua mayores (alternativa 2). Existe un gran riesgo de inundación, que es necesario atajar mediante una adaptación importante de la vivienda.
- Piso bajo solo en zona inundable de 500 años: acciones tipo RESISTIR (alternativa 1). Existe un riesgo de inundación, que se puede minimizar con acciones sencillas.
- Vivienda unifamiliar en zona de alta peligrosidad de inundación: TOLERAR – ELEVAR (alternativa 4). Existe un gran riesgo de inundación, que es necesario acometer mediante una adaptación importante de la vivienda.
- Vivienda unifamiliar solo en zona inundable de 500 años: EVITAR (alternativa 2). Existe un riesgo de inundación, que se puede minimizar con acciones sencillas.

En este ejemplo se ha utilizado una vivienda como referencia de cálculo y planteamiento de las medidas, pero la metodología es aplicable a comercios, industrias, instalaciones, etc., adaptándolo al contenido de los mismos. El abanico de las medidas que se podrían aplicar se ha presentado en esta guía.



La siguiente tabla puede utilizarse como un listado de comprobación para ayudar a identificar posibles problemas, algunos factores a considerar y las medidas habituales que es posible aplicar.

Cuestiones	Consecuencias
<b>Tipo de edificación</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Edificio aislado, una o varias plantas.</li> <li>• Edificio adosado.</li> <li>• Nave industrial/comercial.</li> <li>• Piso.</li> </ul>	<p>Para edificios aislados y adosados, el agua puede filtrarse a través de muros medianeros.</p> <p>En los edificios de una sola planta será más difícil trasladar el contenido del edificio por encima del nivel de inundación.</p>
<b>Tipo de suelo</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Permeables (caliza o grava).</li> <li>• Impermeables (suelos arcillosos).</li> </ul>	<p>Si el suelo es permeable debe disponer de un sistema de impermeabilización para que el agua no se filtre al interior del edificio.</p>
<b>Rutas de entrada del agua</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuántas puertas externas hay?</li> <li>• ¿Tiene puerta el patio?</li> <li>• ¿Hay una puerta de conexión al garaje?</li> <li>• ¿Tiene un invernadero?</li> <li>• ¿Hay huecos de ventilación?</li> <li>• ¿Hay cables o tuberías que atraviesen las paredes?</li> </ul>	<p>Las barreras de inundación estándar están disponibles para puertas, ventanas y huecos de ventilación, pero hay patentes para grandes ventanas o puertas (por ejemplo las de un garaje o nave industrial). Puede que no sea posible evitar que el agua entre en un invernadero o el coste sea elevado.</p>
<b>¿Tiene un sótano o bodega?</b> <b>¿Tiene patio?</b>	<p>Se debe obtener asesoramiento especializado antes de tomar cualquier medida para evitar la entrada de agua en los sótanos</p>
<b>Condiciones de las fachadas</b>	<p>Las grietas y defectos en las fachadas se pueden reparar para reducir la filtración de la inundación.</p>
<b>Tipo de fachada</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mampostería, entramado de madera, muro cortina, hormigón, etc.</li> </ul> <b>Tipo de pared</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Albañilería sólida, tabiques de viguetas, enmarcados en madera.</li> </ul> <b>Tipo de acabado de fachada</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pintado o enfoscado.</li> </ul> <b>Tipo de acabados de pared</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Yeso, <i>pladur</i> (yeso laminado).</li> <li>• Pintado, empapelado.</li> <li>• Alicatado.</li> </ul>	<p>El tipo de fachada y de pared y el acabado de la superficie afectan al tipo de medidas que se pueden llevar a cabo para protegerse frente a las inundaciones.</p>
<b>Tipo de suelo y acabados</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cerchas de madera, hormigón, forjado de vigas y bovedillas, etc.</li> <li>• Cerámica convencional, gres, tarima, etc.</li> </ul>	<p>El tipo de suelo también es importante cuando se considera mejorar la resistencia a las inundaciones.</p>
<b>Equipamientos y servicios</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Altura de la caldera, cuadro eléctrico, enchufes eléctricos y contador de gas por encima del nivel de inundación.</li> <li>• Tipo de muebles de cocina/armarios.</li> </ul>	<p>Los servicios se pueden elevar por encima de los niveles de inundación.</p> <p>Los muebles de cocina de aglomerado o MDF generalmente requieren reemplazo si se exponen al agua de la inundación. Los muebles pueden elevarse por encima de los niveles de inundación.</p>

Tabla 19. Matriz de análisis.

## Apéndice 4. Materiales de construcción resistentes al agua

<b>Ladrillos, hormigón</b>	No se dañan por inmersión en agua, pero se deben usar junto con una membrana impermeable y aplicar un mortero impermeable, o yesos con aditivos que mejoren la resistencia y la adherencia.
<b>Contrachapado apto en ambientes marítimos</b>	Este contrachapado especial es el más resistente al agua; se puede usar en suelos y paredes exteriores.
<b>Madera/contrachapado tratado a presión</b>	Relativamente estable en condiciones de contacto con el agua. No sufre fuertes daños pero se puede alabear. El contrachapado tratado a presión es el más resistente después del contrachapado apto en ambientes marítimos. Se puede utilizar con cualquier nivel de agua. (Nota: Si se usa madera tratada, se deben usar guantes protectores durante la instalación, debiéndose colocar una barrera protectora -como paneles de yeso- entre la madera tratada y el lugar habitable).
<b>Contrachapado contra humedad</b>	Ideada para resistir un bajo nivel de humedad y condensación. No apta para condiciones de inmersión en agua.
<b>Aislamiento rígido (de células cerradas)</b>	No se deforma ni pierde sus propiedades aislantes al mojarse. Se puede secar y volver a instalar en cavidades de paredes o suelos. Se puede usar poliuretano proyectado en lugar de aislamiento de fibra de vidrio.
<b>Madera plástica, laminados</b>	Fabricada con plástico reciclado. Impermeable y estable.
<b>Revestimiento o baldosas de cerámica o gres</b>	Se adhiere a las bases de contrachapado; es apto en ambientes marítimos. Puede ser contrachapado tratado a presión con adhesivo impermeable. La baldosa cerámica es adecuada tanto para suelos como para paredes. Su forma regular permite instalarlas sin apenas espacio entre ellas. Tiene una serie de ventajas, como la duración, el mantenimiento fácil o la resistencia al agua y a la manchas.
<b>Zócalos sintéticos</b>	Utilizar en lugar de zócalos de madera.
<b>Clavos galvanizados</b>	No se oxidan después de haber estado en contacto con el agua. Deben resistir la presión del agua a la que van a ser sometidos sin generar un punto débil en la estructura.
<b>Tornillos galvanizados para paneles de yeso</b>	No se oxidan y permiten una fácil remoción y ensamblaje de paredes interiores. Han de emplearse en lugar de clavos estándar para paneles de yeso.
<b>Puertas y marcos metálicos</b>	No se alabean al empaparse. Pueden presentar manchas de óxido, pero se pueden lijar y volver a pintar. Se pueden utilizar en entradas, especialmente en exteriores.
<b>Ventanas de aluminio o PVC</b>	No se alabean al entrar en contacto con el agua. Evitar las de madera.
<b>Alfombra para interiores y exteriores</b>	Se debe utilizar con la almohadilla sintética para alfombras. No emplear moquetas.

Tabla 20. Materiales de construcción resistente al agua. Fuente: adaptación a partir de la tabla de materiales resistentes incluida en la guía "Cómo proteger su vivienda y propiedad de los daños ocasionados por inundaciones ideas de mitigación para reducir las pérdidas ocasionadas por inundaciones". Octubre de 2010. FEMA.

Se debería evitar el uso de los siguientes materiales de construcción para reducir la vulnerabilidad de un edificio frente a las inundaciones:

- Aglomerado, contrachapado normal, madera prensada, cartón (como cartón paja), paneles de conglomerado.
- Paneles de yeso o cartón.
- Instalación de fibra de vidrio o celulosa.
- Paredes forradas de corcho.
- Linóleo.
- Papel tapiz o papel pintado.

Asimismo se debería poner fuera del alcance del agua de inundación materiales o sustancias como la gasolina, el aceite para motores, los herbicidas, los pesticidas, las soluciones alcalinas, los productos químicos para desatascar los desagües o los productos específicos de las piscinas y otros.

## Apéndice 5. Planificación estratégica: Organización y preparación. Instrumento de autoevaluación

Una parte de la estrategia de la organización y/o preparación ante una inundación potencial consiste en realizar un proceso de autoevaluación, a fin de comprobar que se han tomado todas las medidas pertinentes ante la emergencia. En este apartado se incluyen formularios tipo que se pueden utilizar de base para generar el propio, como instrumento de autoevaluación. Además de los listados para el plan familiar también se incluirá una lista de autoevaluación para actividades económicas o similares y su plan de autoprotección correspondiente.

En los formularios se suelen adjuntar los datos básicos necesarios durante una emergencia como pueden ser:

- Lista de los contactos esenciales, incluidas las empresas de suministros y la descripción de la localización.
- Lista de las personas (vecinos o familiares) a los que hay que avisar para ayudar o pedir ayuda.
- Listado de acciones que se pueden realizar antes de la emergencia.
- Listado de acciones que se pueden realizar durante la emergencia.
- Listado de acciones para la evacuación.

Para el **plan familiar** de emergencia por inundaciones se pueden utilizar los siguientes formularios:

Lista de contactos esenciales			
Tipo de compañía	Nombre de la compañía	Nombre de contacto	Teléfono
Compañía de electricidad			
Compañía de gas			
Compañía telefónica			
Compañía de agua			
Compañía de seguros y número de póliza			
Agente o mediador de seguros			
Servicio de emergencia local			
Estación de radio local			
Información meteorológica			
Lista de empresas de suministros que pueden ayudar después de una inundación			
Empresa	Nombre de la compañía	Nombre de contacto	Teléfono
Electricidad			
Fontanería			
Albañil/Constructor			
Reparación de equipos/proveedores			
Claves de ubicación de servicios			
Servicios a cortar	Descripción de la localización		
Electricidad			
Gas			
Agua			
¿Quién puede ayudar / a quién puedes ayudar?			
Relación	Nombre	Detalle de contacto	¿Cómo puede o se le puede ayudar?
Pareja o familiar			
Amigo o vecino			

¿Qué puedo hacer antes de la inundación?			
Acción para proteger a las personas	Sí/No	Acción para proteger al edificio	Sí/No
Contratar una póliza de seguros de la propiedad, la actividad y el vehículo y estar al corriente del pago de las primas.		Identificar los puntos débiles del edificio por los que puede entrar el agua.	
Identificar los teléfonos de emergencia y darse de alta en servicios de alertas de inundación.		Hacer un inventario de posibles daños: edificio, bienes y personas.	
Identificar quién puede ayudar/a quién puede ayudar.		Realizar el diagnóstico de daños potenciales.	
Disponer de un kit de emergencia.		Identificar posibles soluciones para reducir la vulnerabilidad de la estructura del edificio, equipamientos y servicios y personas y bienes.	
Guardar la documentación importante en un recipiente impermeable y ponerla a salvo de la inundación.		Averiguar dónde obtener sacos de contención, barreras anti-inundación, SAI y bombas de achique.	
Planificar y practicar la evacuación y familiarizarse con el plan de emergencia local y con los códigos de advertencia de inundaciones.		Implementar las actuaciones para reducir la vulnerabilidad.	
Identificar qué se necesita llevar consigo si hay que abandonar el edificio.		Practicar la instalación de barreras anti-inundación temporales.	
Tener un plan para proteger a mascotas.		Realizar labores de mantenimiento de las medidas anti-inundación.	

¿Qué se puede hacer si se espera una inundación en la zona y se dispone de tiempo de reacción?	
Acciones	Localización
<b>Vivienda</b>	
Sacar el kit de emergencia, bombas de achique y SAI.	
Estar informado de la evolución de la inundación y atento a los avisos de evacuación del edificio.	
Liberar las zonas de evacuación.	
Mover los muebles y los artículos eléctricos a zona segura.	
Cerrar las puertas y las ventanas, instalar las barreras anti-inundación portátiles, polietileno y sacos en las zonas por las que puede entrar el agua.	
Poner sacos de arena u otros sistemas anti-retorno en la taza del inodoro y sobre todos los orificios de desagüe, cuarto de baño, lavador a, etc., para evitar que el agua residual retorne.	
Mover los elementos con valor sentimental a una zona segura.	
Enrollar las alfombras, retirarlas y asegurar los elementos sueltos.	
Recoger las cortinas sobre sus barras o, si se dispone de tiempo, quitarlas.	
Desconectar los elementos eléctricos y antenas de TV.	
Tapar con elementos plásticos los aparatos eléctricos, sofás, etc. o elevarlos en plintos.	
Llenar bañeras, lavabos, etc. y botellas con agua limpia en caso de que el agua pudiera llegar contaminada.	
Poner a salvo productos químicos, aceites, gasolina, etc. que puedan contaminar (efecto dominó).	
Apagar los suministros de electricidad, agua y gas.	
<b>Jardín y exterior</b>	
Mover el coche fuera de la zona de riesgo de inundación con el primer aviso.	
Asegurar cualquier artículo grande o suelto, o poner peso encima.	
<b>En caso de evacuación</b>	
Seguir las indicaciones de Protección Civil.	
Informarse de si algún familiar o amigos necesita evacuar el edificio.	
Evacuar a las mascotas.	

Figura 80. Plan Personal de Emergencia por inundaciones. Fuente: adaptación de "Personal Flood Plan. Checklist", Environment Agency, UK.

En caso de ser propietario o responsable de un negocio, servicio, etc. es necesario poder responder a una serie de preguntas básicas y realizar igualmente el plan de autoprotección del negocio.

Listado de chequeo para tu negocio, servicio, etc.	
<b>Conocimiento del riesgo</b>	
	<b>Sí/No</b>
¿Se encuentra en zona de riesgo de inundación?	
¿Existen avisos de inundación en el área cercana?	
¿Se reciben avisos de inundación?	
<b>Preparación de un plan</b>	
	<b>Sí/No</b>
¿Se conoce la respuesta del edificio o del local frente a una posible inundación?	
¿Se dispone de un listado de números útiles (por ejemplo: emergencias, autoridad local, compañía de seguros)?	
¿Se conoce el proceso de desconexión de suministros de gas / electricidad / agua?	
¿Se almacenan por encima del nivel de inundación las pertenencias, materiales y equipos valiosos?	
¿Se han desarrollado planes de contingencia por inundación con proveedores y/o clientes?	
¿Se dispone o necesita ayuda de otras personas en caso de inundación?	
<b>Capacitación y evacuación del personal</b>	
	<b>Sí/No</b>
¿Se conocen los procedimientos de seguridad para el personal frente a las inundaciones?	
¿Está preparado el personal en procedimientos contra inundaciones?	
¿Está preparado el personal para trabajar de manera rápida y eficiente protegiendo el negocio en caso de inundación?	
<b>Protección de la propiedad</b>	
	<b>Sí/No</b>
¿Se han instalado sistemas de protección contra inundaciones?	
¿Se dispone de materiales útiles, como madera contrachapada, láminas de plástico, sacos para arena, arena, clavos, martillo, pala, bloques de madera y una sierra?	
¿Se han instalado válvulas de retención en sus inodoros y drenajes?	
¿Se dispone de un terreno alto donde poder aparcar los coches del personal?	
¿Los enchufes se encuentran por encima del nivel de inundación?	
¿Se sitúa el cuadro eléctrico en el sótano?	
<b>Seguro al día de pagos</b>	
	<b>Sí/No</b>
¿Se encuentran asegurados el patrimonio y los bienes de la empresa?	
¿Se conoce la información que requerirá la compañía de seguros en caso de solicitar una reclamación?	
<b>Evacuación</b>	
	<b>Sí/No</b>
¿Se puede informar de manera sencilla al personal acerca de una evacuación?	
¿Se conocen los caminos transitables durante una inundación?	
¿Se conoce la localización del refugio para el personal en caso de inundación?	
¿Se sabe controlar el pánico del personal durante una inundación?	

Figura 81. Cuestionario para empresas y servicios. Fuente: adaptación de "Personal Flood Plan. Checklist", Environment Agency, UK.

Además del cuestionario anterior también se puede contar con otros formularios complementarios para el desarrollo del Plan de Autoprotección del negocio:

¿Qué puedo hacer antes de la inundación?			
Elemento	Sí/No	Elemento	Sí/No
Artículos electrónicos, ordenadores, portátiles, tabletas, etc.		Información digital	
Mobiliario: archivadores, estanterías mercancías, etc.		Documentos críticos: documentación de la propiedad, pólizas de seguro, del banco, recibos de compras importantes, contratos de alquiler, contratos de los empleados, proveedores, clientes, etc. e información contable y financiera	
Vehículos		Mercancías/animales	
Productos contaminantes			

Materiales necesarios en caso de inundación			
Materiales	Usado para	Artículos para proteger / dónde usar	Sí/No
Arena y bolsas de arena (sin llenar), pala, sacos de contención (Hydrosack o HidroSnake), barreras o compuertas de contención, etc.	Crear barreras contra inundaciones: sacos terreros u otros.		
Herramientas: martillo, clavos galvanizados, sierra	Sellar puertas, ventanas y grietas, utilizando baldas y estanterías.		
Madera, contrachapado contra humedad, bloques de madera, madera plástica, ladrillos	Sellar puertas, ventanas y grietas, utilizando baldas y estanterías.		
Láminas de plástico gruesos	Colocar barreras alrededor de los muebles y electrodomésticos.		
Sacos de plástico fuertes	Colocar alrededor de las patas de las mesas y sillas.		
Palés	Elevar el stock almacenado por encima del nivel de las inundaciones.		
Generador de energía de emergencia: SAI	Mantener encendido equipo médico u otros si es necesario, accionamiento de barreras, bombas de achique.		
Bomba de achique	Eliminar agua que entre en el edificio		

Figura 82. Plan Personal de Emergencia por inundaciones de negocio, servicio, etc. Fuente: adaptación de "Personal Flood Plan. Checklist", Environment Agency, UK

En este sentido destacan las listas de chequeo existentes en otros países de referencia:

- "Protecting Building Utilities from Flood Damage". FEMA 348. (Noviembre 1999).
- "Le bâtiment face à l'inondation. Diagnostiquer et réduire sa vulnérabilité". CEPRI -Centre Européen de Prévention du Risque d'Inondation- (Marzo 2010).
- Personal Flood Plan. Checklist. Environment Agency. Reino Unido.
- Flood Safety Checklist. American Red Cross.

## Apéndice 6. Bibliografía y direcciones web de interés

### Bibliografía

- Agencia Catalana del Agua, Generalitat de Catalunya (2015). *Guia per a la millora de la resiliència per fer front a les inundacions*. España.
- America's Prepare Athon. (2014) *How to prepare for a flood*.
- Asian Development Bank – ADB (2013). *Investing in Resilience. Ensuring a Disaster-Resistant Future*.
- Asian Development Bank – ADB (2016). *Green solutions for livable cities*.
- Association of British Insurers (2005) – ABI. *Flood resilient homes. What homeowners can do to reduce flood damage*.
- C. E. Rickard (2009). *Floodwalls and flood embankments*.
- Centre Européen de Prévention et de gestion des Risques d'Inondation - CEPRI (2005). *Inondations. Guide d'évaluation de la vulnérabilité des Bâtiments vis-a-vis de l'inondation*.
- Centre Européen de Prévention et de gestion des Risques d'Inondation - CEPRI (2008). *Les digues de protection contre les inondations*.
- Centre Européen de Prévention et de gestion des Risques d'Inondation - CEPRI (2009). *Rapport. Un logement "zéro dommage" face au risque d'inondation est-il possible?*
- Centre Européen de Prévention et de gestion des Risques d'Inondation - CEPRI (2010). *Les digues de protection contre les inondations*.
- Centre Européen de Prévention et de gestion des Risques d'Inondation - CEPRI (2010). *Le bâtiment face à l'inondation. Diagnostiquer et réduire sa vulnérabilité*.
- Centre Européen de Prévention et de gestion des Risques d'Inondation - CEPRI (2010). *Le bâtiment face à l'inondation. Vulnérabilité des ouvrages*.
- Centre Européen de Prévention et de gestion des Risques d'Inondation - CEPRI (2011). *Bâtir un plan de continuité d'activité d'un service public. Les collectivités face au risque d'inondation*.
- Centre Européen de Prévention et de gestion des Risques d'Inondation - CEPRI (2011). *L'ACB (analyse coût/bénéfice): una aide á la decisi3n au service de la gesti3n des inondations*.
- Centre Européen de Prévention et de gestion des Risques d'Inondation - CEPRI (2015). *Impulser et conduire une démarche de réduction de la vulnérabilité des activités économiques*.
- Centre Européen de Prévention et de gestion des Risques d'Inondation - CEPRI (2015). *Rapport. Comment saisir les opérations de renouvellement urbain pour réduire la vulnérabilité des territoires inondables face au risque d'inondation?*
- Confederación Hidrográfica del Ebro (2016). *Plan de Gestión del Riesgo de Inundación de la cuenca del Ebro (folleto)*. España
- Consorcio Compensación de Seguros (2014). *El Consorcio de Compensación de Seguros en las catástrofes naturales*. España.
- Consorcio Compensación de Seguros (2015). *Actividad y Funciones*. España.
- Consorcio Compensación de Seguros (2015). *La cobertura de los riesgos extraordinarios en España*. España.
- Comisión Europea (2013). *Libro verde sobre el aseguramiento de catástrofes naturales y antropógenas*.

- Centre of Expertise for Waters – CREW (2012). *Review of the literature on community based flood resilience measures.*
- Communities and Local Government (2007). *Improving the flood performance of new buildings. Flood resilient construction. United Kingdom.*
- E. de Mora Jiménez y A. Díez Herrero (2008). *Análisis del riesgo de inundación en localizaciones puntuales: el edificio Sabatini (Toledo).* España.
- Environment Agency - EA (2009). *Personal flood plan.*
- Environment Agency - EA (2009). *Prepare your property for flooding. A guide for householders and small businesses.*
- Environment Agency - EA (2011). *Would your business stay afloat?*
- Environment Agency - EA (2012). *Flooding-minimizing the risk.*
- Environment Agency - EA (2014). *Living on the edge. A guide to your rights and responsibilities of Riverside ownership.*
- Federal Emergency Management Agency - FEMA (1993). *Floods and flash floods.*
- Federal Emergency Management Agency - FEMA (1999). *Protecting building utilities from flood damage.*
- Federal Emergency Management Agency - FEMA (2000). *Evaluation of erosion hazards.*
- Federal Emergency Management Agency - FEMA (2000). *Reducing flood losses through the international code series.*
- Federal Emergency Management Agency - FEMA (2003). *Developing the mitigation plan. Identifying mitigation actions and implementation strategies.*
- Federal Emergency Management Agency - FEMA (2008). *Guidelines for Design of Structures for Vertical Evacuation from Tsunamis.*
- Federal Emergency Management Agency - FEMA (2008). *Understanding your risk. Identifying hazards and estimating losses.*
- Federal Emergency Management Agency - FEMA (2009). *Protecting Manufactured homes from Floods and other hazards. A multi-Hazard Foundation and Installation Guide.*
- Federal Emergency Management Agency - FEMA (2010). *Cómo proteger su vivienda y propiedad de los daños ocasionados por inundaciones. Ideas de mitigación para reducir las pérdidas ocasionadas por inundaciones.*
- Federal Emergency Management Agency - FEMA (2010). *Home Builder's guide to Coastal Construction.*
- Federal Emergency Management Agency - FEMA (2013). *Advisory base flood elevation map. New York.*
- Federal Emergency Management Agency - FEMA (2014). *Homeowner's guide to retrofitting.*
- FloodProBe (2013). *Technologies for flood protection of the built environment.*
- FloodRe (2016). *Transitioning to an affordable market for household flood insurance. The first Flood Re transition plan.*
- FloodSite (2009). *Flood risk assessment and flood risk management.*
- Francisco Javier Sánchez Martínez, Jesús Yagüe Córdoba y Christine Andrés Moreno (2012). *Programas de disminución de la vulnerabilidad como herramienta básica para la mitigación de los daños producidos por las inundaciones.* España.
- Halcrow Groun Limited (2009). *Strategic Flood Risk Assessment.*
- Homecheck (2012). *Flood report.*



- Gestión Ambiental Viveros y Repoblaciones de Navarra, S.A. (2011). *Estudio de evaluación, gestión y ordenación hidráulica del riesgo de inundaciones en el río Bidasoa en Navarra*. España.
- Instituto Geológico y Minero de España – IGME y Consorcio de Compensación de Seguros – CCS (2004). *Análisis del impacto de los riesgos geológicos en España. Evaluación de pérdidas por terremotos e inundaciones en el periodo 1987-2001 y estimación para el periodo 2004-2033*. España.
- International Strategy for Disaster Reduction – ISDR, Special Unit for South-South Cooperation (2007). *Handbook on Good Building Design and Construction*.
- J. A. Ballesteros-Cánovas, M. Sánchez-Silva, J. M. Bodoque y A. Díez-Herrero (2013). *An integrated approach to flood risk management: a case study of Navaluenga (Central Spain)*. *Water Resources Management*.
- J. Garrote, F. M. Alvarenga y A. Díez-Herrero (2016). *Quantification of flash flood economic risk using ultra-detailed stage-damage functions and 2-D hydraulic models*.
- Jez Wingfield, Malcolm Bell, Pam Bowker (2005). *Improving the flood resilience of buildings through improved materials, methods and details*.
- Ministère de l'Égalité des Territoires et du Logement; Ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie (2012). *Référentiel de travaux de prévention du risque d'inondation dans l'habitat existant*. Francia.
- Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino (2011). *Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables*. España.
- Ministerio de Educación y Ciencia y Consorcio Compensación de Seguros – CCS (2004). *Pérdidas por terremotos e inundaciones en España durante el periodo 1987-2001 y su estimación para los próximos 30 años (2004-2033)*. España.
- National Flood Forum (2017). *Household Insurance*
- Naciones Unidas (2012). *Cómo desarrollar ciudades más resilientes. Un manual para líderes de los gobiernos locales*.
- Office of the Deputy Primer Minister (2003). *Preparing for floods. United Kingdom*.
- The World Bank - The United Nations (2010). *Peligros naturales, desastres evitables. La economía de la prevención efectiva*.
- Ven Te Chow; David R. Maidment; Larry W. Mays (1994). *Hidrología Aplicada*.
- Working Group Floods – CIS (2012). *Flood Risk Management, Economics and Decision Making support*.

## Direcciones web de interés

Direcciones web de las guías de referencia. Se destacan las redactadas por el *European Center for Flood Risk Prevention* o CEPRI, la FEMA (USA) y la *Environment Agency* (UK), por ser las más interesantes por contenidos y formatos:

<http://www.cepri.net/>

[http://www.cepri.net/tl\\_files/Guides%20CEPRI/CEPRI%20rapport%20principe%20amenagt.pdf](http://www.cepri.net/tl_files/Guides%20CEPRI/CEPRI%20rapport%20principe%20amenagt.pdf)

[https://www.cepri.net/tl\\_files/pdf/aidememoire.pdf](https://www.cepri.net/tl_files/pdf/aidememoire.pdf)

[https://www.cepri.net/tl\\_files/pdf/guidevulnerabilite.pdf](https://www.cepri.net/tl_files/pdf/guidevulnerabilite.pdf)

[https://www.cepri.net/tl\\_files/pdf/ceprilogementzerodommage.pdf](https://www.cepri.net/tl_files/pdf/ceprilogementzerodommage.pdf)

[http://www.cohesionterritoires.gouv.fr/IMG/pdf/dgaln\\_guide\\_evaluation\\_vulnerabilite\\_inondations\\_nov\\_2005.pdf](http://www.cohesionterritoires.gouv.fr/IMG/pdf/dgaln_guide_evaluation_vulnerabilite_inondations_nov_2005.pdf)

<http://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/03/guide-resilience1.pdf>  
<http://www.mementodumaire.net/wp-content/uploads/2012/08/referentiellnondation.pdf>  
<https://www.fema.gov/es>  
[https://www.fema.gov/media-library-data/1404148604102-f210b5e43aba0fb393443fe7ae9cd953/FEMA\\_P-312.pdf](https://www.fema.gov/media-library-data/1404148604102-f210b5e43aba0fb393443fe7ae9cd953/FEMA_P-312.pdf)  
<https://www.gov.uk/government/organisations/environment-agency>  
[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/11485/2187544.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/11485/2187544.pdf)  
[https://www.dorsetforyou.gov.uk/media/137849/Christchurch-Strategic-Flood-Risk-Assessment-Level-2-May-2009---Main-Report-Vol-2/pdf/Christchurch\\_Strategic\\_Flood\\_Risk\\_Assessment\\_Level\\_2\\_May\\_2009\\_-\\_Main\\_Report\\_Vol\\_1.pdf](https://www.dorsetforyou.gov.uk/media/137849/Christchurch-Strategic-Flood-Risk-Assessment-Level-2-May-2009---Main-Report-Vol-2/pdf/Christchurch_Strategic_Flood_Risk_Assessment_Level_2_May_2009_-_Main_Report_Vol_1.pdf)  
[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/7730/flood\\_performance.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/7730/flood_performance.pdf)  
[http://www.floodprobe.eu/partner/assets/documents/floodprobe\\_guidance\\_18-09-2013\\_draft\\_for\\_aix\\_wrkshp.pdf](http://www.floodprobe.eu/partner/assets/documents/floodprobe_guidance_18-09-2013_draft_for_aix_wrkshp.pdf)  
[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/410606/LIT\\_5284.pdf](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/410606/LIT_5284.pdf)  
<https://www.gov.uk/browse/environment-countryside/flooding-extreme-weather>  
<http://www.resilientus.org/publications/community-specific-publications/resilient-home-building-conference/>  
<http://www.buildresilience.org/2017/>  
<http://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/home>  
<https://artes-apps.esa.int/projects/insureapp-service>  
<http://www.plan-loire.fr/fr/accueil/index.html>  
[https://www.floodsmart.gov/floodsmart/pages/preparation\\_recovery/before\\_a\\_flood.jsp](https://www.floodsmart.gov/floodsmart/pages/preparation_recovery/before_a_flood.jsp)  
<http://hardenup.org/prepare-yourself/practical-preparation-advice/property-and-assets/prepare-for-floods/prepare-your-home-for-floods.aspx>  
<http://www.nationalfloodforum.org.uk>  
<http://www.nationalfloodforum.org.uk/library/>  
<http://www.bsigroup.com/es-ES/Nuestros-servicios/Certificacion-de-productos/Kitemark/>  
<http://shop.bsigroup.com/ProductDetail/?pid=000000000030299686>  
<https://www.dfes.wa.gov.au/newsandmedia/Pages/NewsHome.aspx>  
<http://www.centre4resilience.org/>  
<https://www.floodtoolkit.com/>  
<http://www.knowyourfloodrisk.co.uk/flood-advice-guidance>  
<http://www.smartfloodprotection.com/the-smartest-project-2/>

Direcciones web de empresas que suministran sistemas anti-inundación:

<http://www.cagcanalizaciones.com/>

<http://www.aggeres.com/es/>

<https://www.digebis.com/barrera-anti-inundaciones/>

<http://www.puertasryst.com/content/barreras-contrainundaciones>

<http://productosquimicosymedioambiente.com/barreras-de-proteccion-contrainundaciones/>

<http://barrerasdecontencion.com/>

<http://floodbreak.com/>

<http://www.floodgate.ltd.uk/>

<http://www.ibsengineeredproducts.co.uk/>

<http://www.floodcontrolinternational.com/index.php>

<http://cmisheetpiling.com/es/>

<http://www.2secure.cl/index.php?route=common/home>

<http://www.ingeliur.com/>

<https://www.fluvial-innovations.co.uk/>

<http://www.absorbbsp.com/flood-control/>

<http://aetflooddefence.com/products/>

<http://www.noah-systems.de/es/produkte.htm>

<http://www.quickdams.com/>

[www.whs-hochwasserschutz.de](http://www.whs-hochwasserschutz.de)

[www.flut-schutz.de](http://www.flut-schutz.de)

## Apéndice 7. Lista de figuras y tablas

### FIGURAS

Figura 1.	Inundaciones de 2010, río Guadalquivir (Córdoba). Fuente: CHG. ....	10
Figura 2.	Arriba: barreras anti-inundaciones instaladas en el Museo Van Abbe de Eindhoven (Países Bajos). Fuente: Aggères. Abajo: compuertas FloodGate, Fuente: FloodGate.....	11
Figura 3.	Arriba: inundaciones fluviales de 2010, río Guadalquivir en Almodóvar del Río (Córdoba). Fuente: CHG. Abajo: inundaciones fluviales de 2003, río Arga en Peralta (Navarra). Fuente: Gobierno de Navarra. ....	12
Figura 4.	Inundaciones rápidas. Río Nere en la población de Vielha (Lleida). Fuente: Mario Losáñez, Arantec. ....	12
Figura 5.	Inundaciones pluviales de marzo 2015, Alcira (Valencia). Fuente: CCS. ....	13
Figura 7.	Paisaje acaravado en Barrancas de Burujón (Toledo). Fuente: Inclam. ....	13
Figura 6.	Inundaciones costeras. Playa de Salinas, Castrillón (Asturias), 2013. Fuente: Inclam. ....	13
Figura 8.	Arriba: edificación construida invadiendo el encauzamiento, Alginet (Valencia). Fuente: Inclam. Abajo: drenaje insuficiente en la carretera NA-115, Peralta (Navarra). Fuente: Gobierno de Navarra. ....	13
Figura 9.	Probabilidad de ocurrencia de las distintas inundaciones tipo durante un periodo de 30 años consecutivos. ....	15
Figura 10.	Representación gráfica de las pérdidas económicas totales en función de la altura del agua en el edificio Sabatini. Fuente: De Mora Jiménez, E. y Díez Herrero, A., 2008. Análisis del riesgo de inundación en localizaciones puntuales: el edificio Sabatini (Toledo). ....	16
Figura 11.	Daños en edificaciones debidas a las inundaciones en Huércanos (La Rioja). Fuente: SOS Rioja. ....	16
Figura 12.	Inundación registrada en Astigarraga (Gipuzkoa). Fuente: CCS. ....	16
Figura 13.	Arriba: inundaciones del río Ouse a finales de 2000, en York (Inglaterra). Fuente: Gordon Hatton. Abajo: inundaciones de 2002 en el río Elba, en Dresde (Alemania). Fuente: Stefan Malsch. ....	19
Figura 14.	Izq.: folleto divulgativo del PGRI de la cuenca del Ebro. Fuente: CHE. Dcha.: mapa de riesgo de la actividad económica. Fuente: PGRI de la Demarcación Hidrográfica del Segura.....	19
Figura 15.	Aspectos de la gestión de los riesgos de inundación. Fuente: folleto divulgativo del PGRI de la cuenca del Ebro.....	20
Figura 16.	Implicados en la gestión de la inundación. ....	20
Figura 17.	Tipologías de las medidas incluidas en el PGRI según el RD. 903/2010. ....	20
Figura 18.	Planes autonómicos de Castilla-La Mancha, Castilla y León, Navarra, País Vasco y Madrid.....	21
Figura 19.	Planes de Actuación Municipal ante el riesgo de inundaciones de Ribarroja del Turia y de Benaguasil (Valencia). ....	21
Figura 20.	Izq.: farmacia inundada, barrio de Martutene, San Sebastián (Gipuzkoa). Fuente: CCS. Centro: Plan de autoprotección escolar del IES San Juan Bosco de Lorca (Murcia). Dcha.: Metro de Málaga, 2016. Fuente: DGPCyE.....	22
Figura 21.	Ordenación territorial. Distintas escalas. ....	22

Figura 22.	Datos de alturas de agua en zona perimetral de un edificio tipo. Fuente: SNCZI.....	23
Figura 23.	Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH) de la DG de Protección Civil y Emergencias. ....	23
Figura 24.	Formulario de búsqueda de noticias en la Biblioteca Virtual de Prensa Histórica, Ministerio de Cultura y Deporte; <a href="http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/busqueda.cmd">http://prensahistorica.mcu.es/es/consulta/busqueda.cmd</a> y archivos eclesiásticos. ....	24
Figura 25.	Izq.: inundación de 1950 en La Laguna (Tenerife). Fuente: Flickr. Dcha.: Puente Ronda de Juanelo desde la carretera del Valle en 1947, Toledo. Fuente: Juan Colomina Cremades. ....	24
Figura 26.	Placa de marca de nivel de agua alcanzado en la riada de 2 de junio de 1913, río Baztán (Bidasoa) en Elizondo (Navarra). Fuente: Inclam. ....	25
Figura 27.	Visor del SNCZI. ....	27
Figura 28.	Esquema conceptual de las fases del diagnóstico de daños. ....	27
Figura 29.	Inventario de puntos de entrada del agua de inundación. Fuente: Preparing for Flood, Interim guidance for improving the flood resistance of domestic and small business properties. Office of the Deputy Prime Minister. 2003. Environment Agency - UK. ....	28
Figura 30.	Viviendas rodeadas de agua durante las inundaciones de 2007, Falces (Navarra). Fuente: Gobierno de Navarra. ....	28
Figura 31.	Inundaciones en Jaén, 2009. Fuente: DGPCyE.....	29
Figura 32.	Vehículos impactando contra los edificios y otros vehículos. Fuente: DGPCyE.....	29
Figura 33.	Descalce de la cimentación del edificio por erosión debida al embate de mar. ....	29
Figura 34.	Efecto combinado de empuje y erosión. Muro derruido en Mazarrón (Murcia), inundaciones de 2014. Fuente: Servicio de Emergencias Municipal y Protección Civil de Mazarrón.....	29
Figura 35.	Esquema conceptual de la fase de diagnóstico. ....	30
Figura 36.	Gráfico del valor de los daños potenciales en función de la altura de agua en una vivienda teórica utilizada a modo de ejemplo. ....	32
Figura 37.	Esquema conceptual de las fases del análisis de soluciones para disminuir la vulnerabilidad de un edificio. ....	34
Figura 38.	Ejemplo práctico acción EVITAR. Fuente: Homeowner's Guide to Retrofitting. Six Ways to Protect Your Home From Flooding. FEMA P-312, 3 <sup>rd</sup> Edition / June 2014. ....	35
Figura 39.	Muros perimetrales de protección frente a inundaciones. Elizondo (Navarra). Fuente: Gobierno de Navarra. ....	36
Figura 40.	Puertas de cierre estancas modulares que ofrecen solución de continuidad al muro de cierre, montadas dentro de dos perfiles en U ancladas en una pared. Es posible instalar postes intermedios en áreas más grandes. Fuente: izq.: Aggères. Dcha.: Ryst.....	36
Figura 41.	Compuerta abatible neumática, oculta bajo tierra y levantada automáticamente por presión en caso de inundación. Fuente: Aggères. ....	36
Figura 42.	Arriba: estación de bombeo sobreelevada, inundaciones de 2013 en Funes (Navarra). Fuente: Gobierno de Navarra. Abajo: ejemplo de medida de defensa con proyecto de paisajismo. Fuente: Fluvial Design Guide (2010). Environment Agency. ....	37
Figura 43.	Izq.: barreras anti-inundación temporal de contención móvil con sellado hermético. Fuente: Tandem. Dcha.: barras de protección modular anti-inundación de instalación temporal, con placas de anclaje y perfiles preinstalados hormigonados. Fuente: CAG Canalizaciones. ....	37

Figura 44.	Urbanización protegida con barreras anti-inundación, Behobia (Gipuzkoa). Fuente: CAG Canalizaciones. ....	38
Figura 45.	Ejemplo práctico acción RESISTIR. Fuente: Homeowner's Guide to Retrofitting. Six Ways to Protect Your Home From Flooding. FEMA P-312, 3 <sup>rd</sup> Edition / June 2014. ....	39
Figura 46.	Instalación de barrera anti-inundación Floodgate. Fuente: CAG Canalizaciones. ....	40
Figura 47.	Izq.: edificio de viviendas adaptado a las inundaciones, en el que se han elevado los umbrales de puertas y ventanas a través de los cuales podría penetrar el agua. Guadalmar (Málaga). Fuente: Google Street View. Dcha.: edificio protegido con barras de protección anti-inundación con autocierre por presión de agua. Fuentes: Aggères. ....	40
Figura 48.	Izq.: edificio con escalones a la entrada. Fuente: DGPCyE. Centro: puerta estanca permanente. Fuente: Flood control international. Dcha.: módulo anti-inundaciones adaptable a puertas. Fuente: Ingeliur. ....	41
Figura 49.	Medidas de protección anti-inundación temporales para puertas. Fuentes: izq. y centro: Aggères; dcha.: Digebis. ....	41
Figura 50.	Industria protegida con compuertas anti-inundación, Elgóibar (Gipuzkoa). Fuente: CAG Canalizaciones. ....	41
Figura 51.	Ejemplo de edificio pilotado. Viviendas en Saint-Pierre-des-Corps (Francia). Fuente: Comment saisir les opérations de renouvellement urbain pour réduire la vulnérabilité des territoires inondables face au risque d'inondation? Principes techniques d'aménagement. CEPRI. ....	42
Figura 52.	Ejemplo práctico acción TOLERAR. Fuente: Homeowner's Guide to Retrofitting. Six Ways to Protect Your Home From Flooding. FEMA P-312, 3 <sup>rd</sup> Edition / June 2014. ....	44
Figura 53.	Adaptación de accesos al edificio y cambio de usos de planta baja. Fuente: arriba: CCS y abajo: Inclam. ....	44
Figura 54.	Sádaba (Zaragoza), un día después de la inundación de octubre de 2012. Salida de emergencia a escalera. Fuente: CHE. ....	45
Figura 55.	Izq.: compresor de bomba de calor/frío instalado sobre un plinto. Fuente: Homeowner's Guide to Retrofitting, Six Ways to Protect Your Home From Flooding, FEMA P-312, 3 <sup>rd</sup> Edition / June 2014. Dcha.: interruptores eléctricos elevados a 1,7 m en vivienda húngara. Fuente: Manuel Cayuela. ....	47
Figura 56.	Reubicación del cuarto de servicios a la planta inmediatamente superior. Fuente: Homeowner's Guide to Retrofitting. Six Ways to Protect Your Home From Flooding. FEMA P-312, 3 <sup>rd</sup> Edition / June 2014. ....	47
Figura 57.	Ejemplo de protección con muro de contención perimetral. Fuente: Homeowner's Guide to Retrofitting. Six Ways to Protect Your Home From Flooding. FEMA P-312, 3 <sup>rd</sup> Edition / June 2014. ....	48
Figura 58.	Ejemplos de válvula anti-retorno. Izq.: Fuente: Homeowner's Guide to Retrofitting. Six Ways to Protect Your Home From Flooding. FEMA P-312, 3 <sup>rd</sup> Edition / June 2014. Dcha.: arriba: válvula anti-retorno, solución permanente, abajo: tubo inflable de bloqueo de sanitarios, solución temporal. Fuente: Aggères. ....	48
Figura 59.	Ejemplo de vivienda tipo adaptada a las inundaciones. Fuente: Defra. ....	51
Figura 60.	Esquema conceptual de la fase de toma de decisión. ....	52
Figura 61.	Esquema del plan de acción. ....	56

Figura 62.	Izq.: mapa avisos meteorológicos. Dcha.: información detallada. Fuente: página web de AEMET: <a href="http://www.aemet.es/es/el tiempo/prediccion/avisos">http://www.aemet.es/es/el tiempo/prediccion/avisos</a> .....	57
Figura 63.	SAIH de la Confederación Hidrográfica del Ebro ( <a href="http://www.saihebro.com/saihebro/">http://www.saihebro.com/saihebro/</a> ).....	58
Figura 64.	Apps: AEMET, My112 y SAIH Ebro. ....	58
Figura 65.	Fases de la emergencia durante la inundación de personas y bienes. ....	59
Figura 66.	Mobiliario y enseres elevados temporalmente para protegerlos de agua en Esquíroz (Navarra). Fuente: Gobierno de Navarra. ....	59
Figura 67.	Miembros de Protección Civil en Mazarrón (Murcia), inundación de 2014. Fuente: Servicio de Emergencias Municipal y Protección Civil de Mazarrón. ....	60
Figura 68.	Izq.: vehículos en zona inundada, inundaciones de 2009, Cartagena (Murcia). Fuente: DGPCyE. Dcha.: rescate de una persona localizada en un vehículo por la UME. Fuente: UME. ....	61
Figura 69.	Inundación de 2015 en San Asensio (La Rioja), fase de recuperación. Fuente: SOS Rioja. ....	61
Figura 70.	San Asensio, inundaciones del 2015. Fase de normalización tras la emergencia. Fuente: SOS-Rioja. ....	62
Figura 71.	Extracción de agua de inundación por el equipo medio de bombeo de aguas y lodos de la UME durante las inundaciones de Écija. Fuente: UME.....	62
Figura 72.	Edificio afectado por la riada de junio de 2013 en el Valle de Arán (Lleida), antes y después de su reconstrucción. Fuente: CCS. ....	63
Figura 73.	Coberturas del Consorcio de Compensación de Seguros. ....	64
Figura 74.	Pasos a seguir para obtener la indemnización del CCS. ....	65
Figura 75.	Beneficiarios de ayudas o subvenciones de la AGE. ....	67
Figura 76.	Regulación de las ayudas y subvenciones de la AGE. ....	67
Figura 77.	Catálogo de medidas para la reducción de la vulnerabilidad en edificios. ....	74
Figura 78.	Plano de vivienda tipo de 100 m <sup>2</sup> útiles. ....	78
Figura 79.	Gráfico del valor de los daños potenciales en función de la altura de agua. ....	81
Figura 80.	Plan Personal de Emergencia por inundaciones. Fuente: adaptación de "Personal Flood Plan. Checklist", Environment Agency, UK. ....	90
Figura 81.	Cuestionario para empresas y servicios. Fuente: adaptación de "Personal Flood Plan. Checklist", Environment Agency, UK.....	91
Figura 82.	Plan Personal de Emergencia por inundaciones de negocio, servicio, etc. Fuente: adaptación de "Personal Flood Plan. Checklist", Environment Agency, UK.....	92

## TABLAS

Tabla 1.	Relación entre el periodo de retorno y probabilidad de ocurrencia, durante un periodo de tiempo consecutivo. ....	15
Tabla 2.	Daños causados por el agua durante una inundación en función del nivel que alcance el agua. Fuente: Preparing for Flood, Interim guidance for improving the flood resistance of domestic and small business properties. Office of the Deputy Prime Minister.2003. Environment Agency - UK. ....	31

Tabla 3.	Daños potenciales que podría sufrir la vivienda utilizada como ejemplo en la ubicación 1.....	33
Tabla 4.	Daños potenciales que podría sufrir la vivienda utilizada como ejemplo en la ubicación 2.....	33
Tabla 5.	Ventajas e inconvenientes de la acción EVITAR.....	38
Tabla 6.	Ventajas e inconvenientes de la acción RESISTIR.....	43
Tabla 7.	Ventajas e inconvenientes de la acción TOLERAR.....	45
Tabla 8.	Ventajas e inconvenientes de la acción RETIRAR.....	45
Tabla 9.	Listado servicios y equipamientos asociados.....	45
Tabla 10.	Propuesta de posibles medidas eficaces y viables en función de la altura del agua de la inundación.....	53
Tabla 11.	Daños sufridos en las 4 ubicaciones utilizadas como ejemplo y coste y reducción de riesgo conseguido en cada alternativa propuesta.....	55
Tabla 12.	Altura de agua de agua estimada en la zona inundable en el entorno de la vivienda.....	78
Tabla 13.	Valor de los elementos de la vivienda y estimación del valor de los daños que podría producir el agua.....	80
Tabla 14.	Daños y coste de las medidas según las distintas alternativas planteadas en la hipótesis 1.....	83
Tabla 15.	Daños y coste de las medidas según las distintas alternativas planteadas en la hipótesis 2.....	83
Tabla 16.	Daños y coste de las medidas según las distintas alternativas planteadas en la hipótesis 3.....	84
Tabla 17.	Daños y coste de las medidas según las distintas alternativas planteadas en la hipótesis 4.....	85
Tabla 18.	Beneficio/Coste de cada alternativa propuesta.....	86
Tabla 19.	Matriz de análisis.....	87
Tabla 20.	Materiales de construcción resistente. al agua. Fuente: adaptación a partir de la tabla de materiales resistentes incluida en la guía "Cómo proteger su vivienda y propiedad de los daños ocasionados por inundaciones ideas de mitigación para reducir las pérdidas ocasionadas por inundaciones". Octubre de 2010. FEMA.....	88





