

GUÍA PARA REFORZAR LA **RESILIENCIA** DE LOS **EDIFICIOS** FRENTE A **INUNDACIONES**

 **GENERALITAT
VALENCIANA**
Vicepresidència Segona
y Conselleria de Vivenda
y Arquitectura Bioclimàtica

 **IVE**
INSTITUTO VALENCIANO
de la EDIFICACIÓN

calcula la **VULNERABILIDAD** de tu edificio y toma **MEDIDAS**

La **GUÍA PARA REFORZAR LA RESILIENCIA DE LOS EDIFICIOS FRENTE A INUNDACIONES** pretende ofrecer una herramienta para materializar la reducción de la vulnerabilidad de los edificios existentes frente a inundaciones, a través del desarrollo de fichas sencillas y prácticas de “medidas para la prevención de daños por inundaciones en edificios existentes”, donde se proponen pautas y soluciones que se pueden acometer para minimizar las pérdidas ocasionadas por las inundaciones. Esta guía se ha elaborado como herramienta de orientación para “reforzar la resiliencia de los edificios existentes frente a inundaciones”. Está destinada principalmente a los propietarios, usuarios o responsables de edificios existentes de uso residencial vivienda o parte de estos (viviendas, locales de uso comercial, etc.), que están situados en zonas de la Comunitat Valenciana con inundaciones recurrentes, y que no han sido diseñados para mitigar la probabilidad de sufrir daños de un determinado nivel a los que puedan estar sometidos.



Imagen "Dolores"- AVSRE GVA





San Fulgencio



Daya vieja



Daya Nueva



WEB:

<https://www.five.es/productos/herramientas-on-line/grei/>

+34 623060216 iver@five.es f t in •• v



VAL EN

0 elemento



Fundación IVE ▾

I+D+i ▾

Servicios ▾

Formación ▾

Comunicación ▾

Productos ▾

PUBLICACIONES

- Rehabilitación
- Sostenibilidad
- Costes de construcción
- Apoyo a normativa
- Arquitectura
- Certificación
- Retos sociales
- Revista VPOR2

APLICACIONES

- Pliego General Urbanización
- CERMA
- Análisis de secciones de hormigón
- Generador de pliegos v.2015
- Generador del libro del edificio
- Informe de Evaluación del Edificio de Viviendas IEEV.CV
- Apps RUTAS POR CIUDADES

HERRAMIENTAS ON-LINE

- Resiliencia de edificios frente a inundaciones
- Catálogo de Elementos Constructivos BIM
- Visualizador de Bases de Datos
- Estudio gestión RCDs
- Costes accesibilidad zaguanes
- Módulo de edificación
- Costes de redacción IEE.CV
- Cálculo revisión de precios
- Presupuestos de reformas

Insti
Vale
Edif



<https://www.five.es/productos/herramientas-on-line/grei/>



GUÍA PARA REFORZAR LA **RESILIENCIA** DE LOS **EDIFICIOS** FRENTE A **INUNDACIONES**

 GENERALITAT
VALENCIANA
Vicepresidència Segona
i Conselleria de Vivenda
i Arquitectura Bioclimàtica

 IVE
INSTITUTO VALENCIANO
de la EDIFICACIÓN

calcula la **VULNERABILIDAD** de tu edificio y toma **MEDIDAS**



La **GUÍA PARA REFORZAR LA RESILIENCIA DE LOS EDIFICIOS FRENTE A INUNDACIONES** pretende ofrecer una herramienta para materializar la reducción de la vulnerabilidad de los edificios existentes frente a inundaciones, a través del desarrollo de fichas sencillas y prácticas de “medidas para la prevención de daños por inundaciones en edificios existentes”, donde se proponen pautas y soluciones que se pueden acometer para minimizar las pérdidas ocasionadas por las inundaciones. Esta guía se ha elaborado como herramienta de orientación para “reforzar la resiliencia de los edificios existentes frente a inundaciones”. Está destinada principalmente a los propietarios, usuarios o responsables de edificios existentes de uso residencial vivienda o parte de estos (viviendas, locales de uso comercial, etc.), que están situados en zonas de la Comunitat Valenciana con inundaciones recurrentes, y que no han sido diseñados para mitigar la probabilidad de sufrir daños de un determinado nivel a los que puedan estar sometidos.



NIVEL MÁXIMO DE AGUA ESPERADO



VULNERABILIDAD PARCIAL



VULNERABILIDAD GLOBAL



NIVEL DE DAÑOS ESPERADO



NIVEL MÁXIMO DE AGUA ESPERADO

- Nivel máximo de agua esperado igual o superior a 80cm
- Nivel máximo de agua esperado inferior a 80cm y superior a 15cm
- Nivel máximo de agua esperado igual o inferior a 15 cm



VULNERABILIDAD PARCIAL



VULNERABILIDAD GLOBAL



NIVEL DE DAÑOS ESPERADO



NIVEL MÁXIMO DE AGUA ESPERADO



VULNERABILIDAD PARCIAL

+ ASPECTOS RELATIVOS A LA SITUACIÓN DEL EDIFICIO EN LA PARCELA

+ ASPECTOS RELATIVOS A LOS CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

+ ASPECTOS RELATIVOS A LOS CRITERIOS CONSTRUCTIVOS E INSTALACIONES

+ ASPECTOS RELATIVOS A MATERIALES



VULNERABILIDAD GLOBAL



NIVEL DE DAÑOS ESPERADO

+

NIVEL MÁXIMO DE AGUA ESPERADO

+

VULNERABILIDAD PARCIAL

+ ASPECTOS RELATIVOS A LA SITUACIÓN DEL EDIFICIO EN LA PARCELA

UBICACIÓN

ALINEACIÓN CON EL FLUJO

PROTECCIÓN DEL ENTORNO

+ ASPECTOS RELATIVOS A LOS CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

+ ASPECTOS RELATIVOS A LOS CRITERIOS CONSTRUCTIVOS E INSTALACIONES

+ ASPECTOS RELATIVOS A MATERIALES

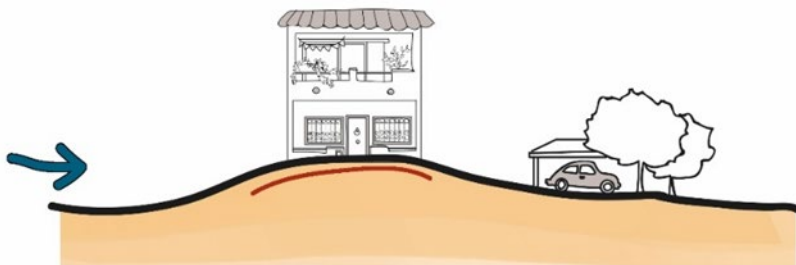
+

VULNERABILIDAD GLOBAL

+

NIVEL DE DAÑOS ESPERADO

UBICACIÓN



VULNERABILIDAD BAJA

La edificación se encuentra sobreelevada respecto a su entorno una altura mínima de 1,20 m.

El aparcamiento en superficie y el mobiliario exterior están fuera de la trayectoria de la avenida hacia la edificación.

La vegetación está alejada de la trayectoria de la avenida hacia la edificación, y si existe vegetación en dicha trayectoria, son especies arbustivas de pequeño porte que permiten ralentizar la velocidad del agua y no producen impacto.

ALINEACIÓN CON EL FLUJO



VULNERABILIDAD MEDIA

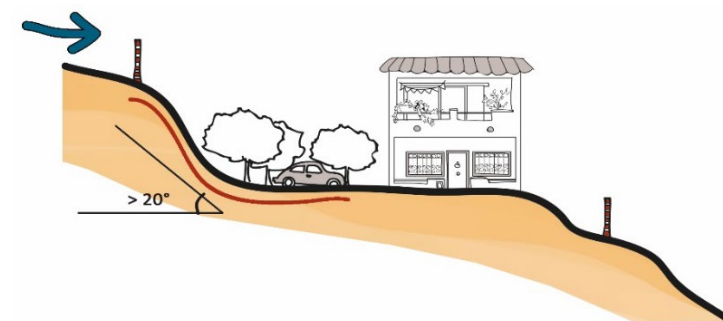
La topografía donde se encuentra la edificación es plana o ligeramente inclinada con una inclinación menor de 20° respecto a la horizontal que direccionan las aguas hacia la edificación.

El aparcamiento en superficie y el mobiliario exterior están fuera de la trayectoria de la avenida hacia la edificación.

La vegetación está alejada de la trayectoria de la avenida hacia la edificación, y si existe vegetación en dicha trayectoria, son especies arbustivas de pequeño porte que permiten ralentizar la velocidad del agua y no producen impacto.

La parcela dispone de un vallado estanco, calculado para soportar inundaciones.

PROTECCIÓN DEL ENTORNO



VULNERABILIDAD ALTA

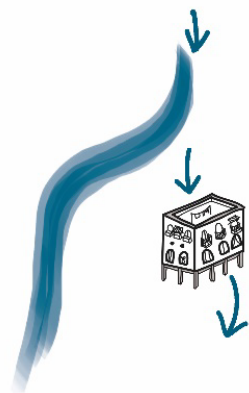
La edificación se encuentra deprimida respecto a su entorno y/o próxima a pendientes con una inclinación mayor de 20° respecto a la horizontal que direccionan las aguas hacia la edificación, con riesgo de deslizamiento del terreno.

El aparcamiento en superficie y el mobiliario exterior están en la trayectoria predominante de la avenida hacia la edificación.

La vegetación del entorno está en la trayectoria de la avenida hacia la edificación.

El vallado de la parcela es ligero, discontinuo o estanco, sin capacidad de soportar inundaciones.

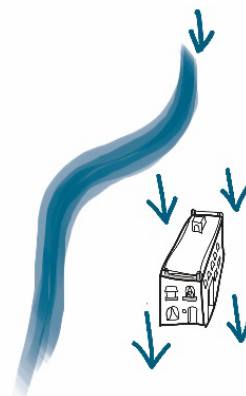
UBICACIÓN



VULNERABILIDAD BAJA

La edificación permite el principio de transparencia hidráulica, haciendo posible el paso libre del agua a través de la edificación, bien por disponer de plantas bajas libres o bien por contar con sótanos inundables, que facilitan el movimiento natural del agua sin oposición frente a la avenida.

ALINEACIÓN CON EL FLUJO

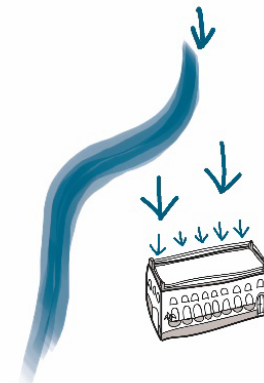


VULNERABILIDAD MEDIA

La edificación facilita el principio de transparencia hidráulica, al estar situada de modo que la dirección predominante en planta del edificio coincide con la dirección principal de la corriente (o es ligeramente oblicua), minimizando la presión hidrostática sobre muros y cerramientos.

La forma hidrodinámica de la edificación facilita la circulación natural del agua, evitando el efecto de parada de agua.

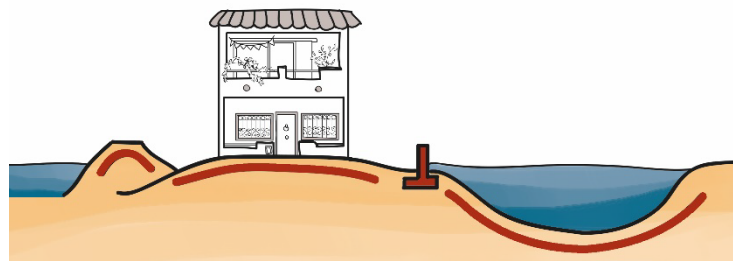
PROTECCIÓN DEL ENTORNO



VULNERABILIDAD ALTA

La edificación no facilita el principio de transparencia hidráulica, ya que la dirección predominante en planta del edificio está situada en perpendicular a la dirección principal de la corriente, produciendo presión hidrostática sobre muros y cerramientos.

UBICACIÓN

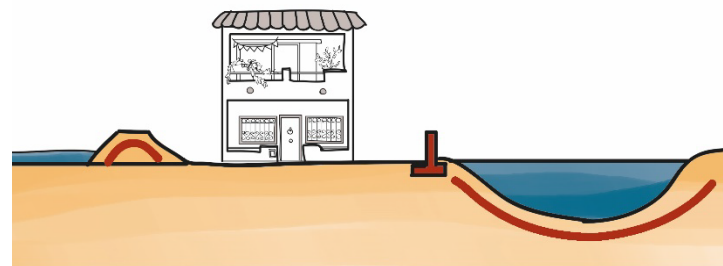


VULNERABILIDAD BAJA

Tratándose de una zona inundable, la edificación se encuentra sobreelevada respecto a su entorno. Además, está protegida mediante al menos una de las medidas preventivas reflejadas a continuación, que modifican el entorno inmediato de la edificación para mitigar los efectos de la inundación:

- Un talud en dirección oblicua a la dirección de la avenida, que desvía el agua y la mantiene en el exterior de la parcela.
- Un muro que crea una barrera e impide el paso de la inundación, por estar calculado para soportar la presión del agua y el posible impacto de elementos arrastrados por la inundación.
- Un foso que permite la retención de agua y reduce el calado de la inundación.

ALINEACIÓN CON EL FLUJO

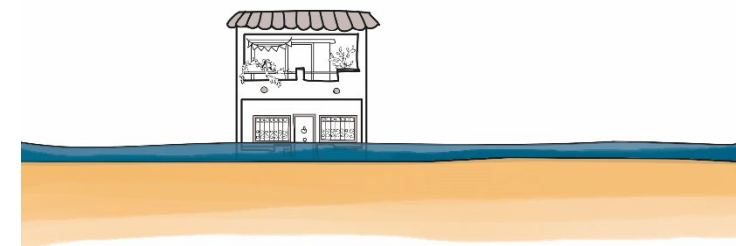


VULNERABILIDAD MEDIA

Tratándose de una zona inundable, la edificación se encuentra al mismo nivel que su entorno, o incluso ligeramente deprimida respecto a este. Sin embargo, está protegida mediante al menos una de las medidas preventivas reflejadas a continuación, que modifican el entorno inmediato de la edificación para mitigar los efectos de la inundación:

- Un talud en dirección oblicua a la dirección de la avenida, que desvía el agua y la mantiene en el exterior de la parcela.
- Un muro que crea una barrera e impide el paso de la inundación, por estar calculado para soportar la presión del agua y el posible impacto de elementos arrastrados por la inundación.
- Un foso que permite la retención de agua y reduce el calado de la inundación.

PROTECCIÓN DEL ENTORNO



VULNERABILIDAD ALTA

Tratándose de una zona inundable, el entorno inmediato de la edificación no dispone de ninguna medida preventiva de las anteriormente señaladas, que lo modifique para mitigar los efectos de la inundación en la edificación.



NIVEL MÁXIMO DE AGUA ESPERADO



VULNERABILIDAD PARCIAL

+ ASPECTOS RELATIVOS A LA SITUACIÓN DEL EDIFICIO EN LA PARCELA

+ ASPECTOS RELATIVOS A LOS CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

ABERTURAS DE LA EDIFICACIÓN

ORGANIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN

+ ASPECTOS RELATIVOS A LOS CRITERIOS CONSTRUCTIVOS E INSTALACIONES

+ ASPECTOS RELATIVOS A MATERIALES



VULNERABILIDAD GLOBAL

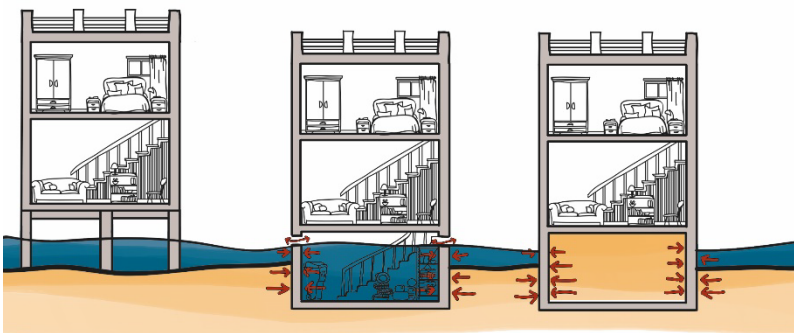


NIVEL DE DAÑOS ESPERADO

ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

ABERTURAS DE LA EDIFICACIÓN

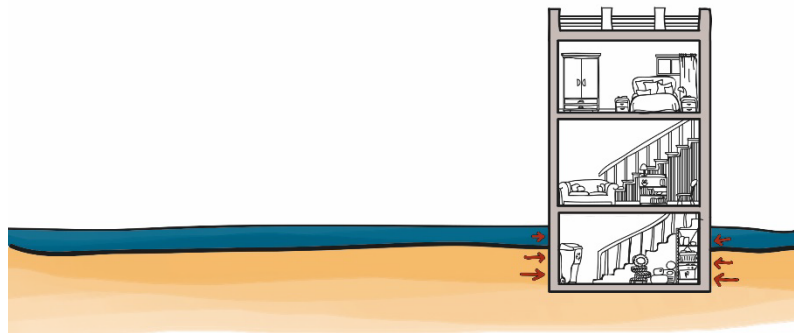
ORGANIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN



VULNERABILIDAD BAJA

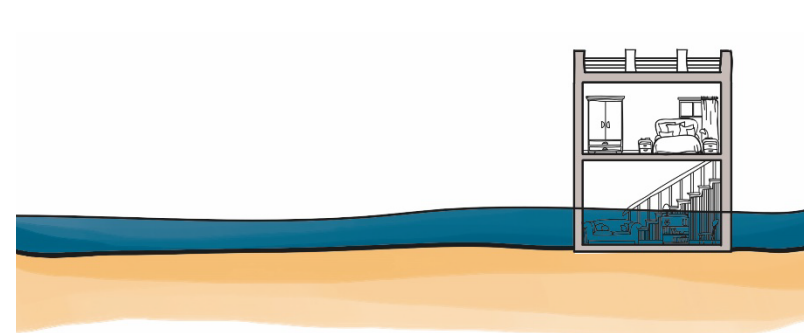
Estando el edificio situado en una zona inundable, las partes de uso residencial de este se encuentran por encima del nivel máximo de agua esperado, de alguna de las siguientes formas:

- Sobre pilares o pilotes que forman parte de la estructura principal del edificio (sin utilizar el espacio entre pilares de la planta baja como aparcamiento o almacenaje).
- Sobre muro perimetral no estanco, con aberturas suficientes para permitir el paso libre de agua y evitar la presión hidrostática sobre el muro. Se aconseja la evacuación del agua mediante bombas de achique.
- Sobre muro perimetral estanco, con relleno bajo el primer forjado o solera con tierra compactada, para evitar la entrada de agua y minimizar la presión hidrostática sobre el muro.



VULNERABILIDAD MEDIA

Estando el edificio situado en una zona inundable, las partes de uso habitable de este se encuentran por encima del nivel máximo de agua esperado, pero no se cumple ninguna de las alternativas anteriores (pilares y pilotes, muro perimetral no estanco con aberturas suficientes para permitir el paso de agua o muro perimetral estanco relleno de tierras) para elevar el edificio por encima del nivel máximo de agua, por lo que se pueden generar presiones hidrostáticas.



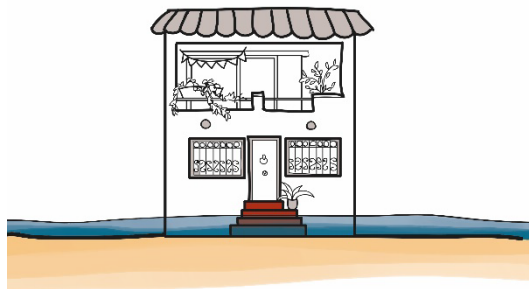
VULNERABILIDAD ALTA

Estando el edificio situado en una zona inundable, las partes residenciales del mismo se encuentran por debajo del nivel máximo de agua esperado.

ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

ABERTURAS DE LA EDIFICACIÓN

ORGANIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN



VULNERABILIDAD BAJA

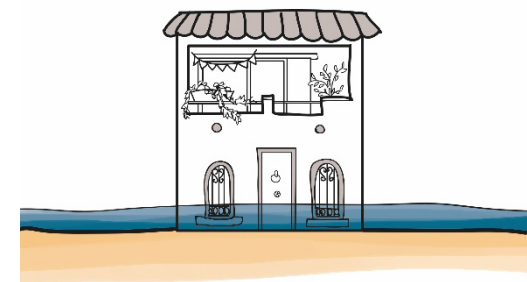
En edificaciones situadas en zonas inundables, todas las aberturas al exterior (puertas, ventanas u otros huecos) están situadas como mínimo 30 cm por encima del nivel máximo de agua esperado.



VULNERABILIDAD MEDIA

En edificaciones situadas en zonas inundables, algunas de las aberturas al exterior (puertas, ventanas u otros huecos) están situadas por debajo del nivel máximo de agua esperado, por motivos de iluminación, ventilación o accesibilidad, si bien dichas aberturas cumplen los siguientes requisitos:

- Estar fabricadas con materiales resistentes al agua (por ejemplo, PVC o acero inoxidable) y resistentes a las acciones producidas por inundaciones (presión hidrostática, impactos, etc.).
- Tener selladas todas las uniones garantizando la estanqueidad.
- Disponer de medidas protectoras (escudos) provisionales.



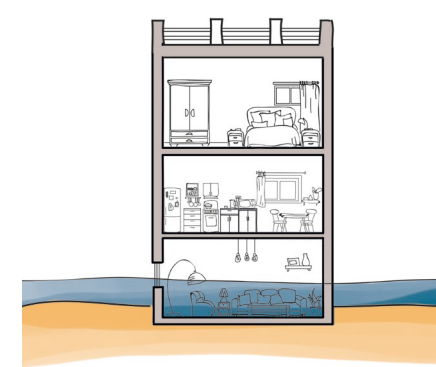
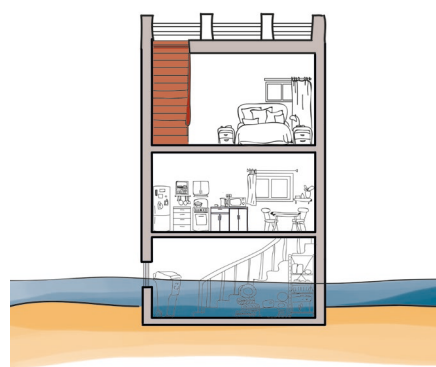
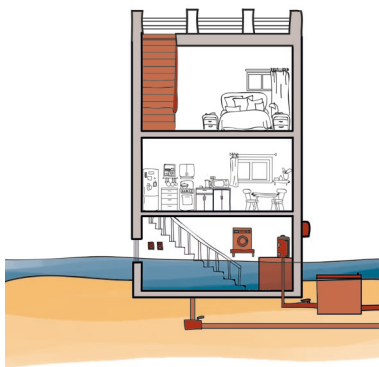
VULNERABILIDAD ALTA

En edificaciones situadas en zonas inundables, algunas de las aberturas al exterior (puertas, ventanas u otros huecos) están situadas por debajo del nivel máximo de agua esperado, por motivos de iluminación, ventilación o accesibilidad, y no disponen de sistemas específicos como medidas de protección.

ELEVACIÓN DE LA EDIFICACIÓN

ABERTURAS DE LA EDIFICACIÓN

ORGANIZACIÓN Y DISTRIBUCIÓN



VULNERABILIDAD BAJA

Tratándose de una zona inundable, la edificación cumple como mínimo cuatro de los requisitos expuestos a continuación:

- Estar situados los espacios y usos vulnerables en zonas elevadas, por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Tener el trazado y equipos de las instalaciones eléctricas en zonas elevadas, por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Contar con cubiertas transitables y accesibles como lugar seguro y de rescate.
- Tener ubicada la acometida y las arquetas fuera de zona inundable.
- Disponer de válvulas antirretorno en las tuberías de evacuación y suministro de agua.

VULNERABILIDAD MEDIA

Tratándose de una zona inundable, la edificación cumple como mínimo dos de los requisitos expuestos a continuación:

- Estar situados los espacios y usos vulnerables en zonas elevadas, por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Tener el trazado y equipos de las instalaciones eléctricas en zonas elevadas, por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Contar con cubiertas transitables y accesibles como lugar seguro y de rescate.
- Tener ubicada la acometida y las arquetas fuera de zona inundable.
- Disponer de válvulas antirretorno en las tuberías de evacuación y suministro de agua.

VULNERABILIDAD ALTA

Tratándose de una zona inundable, la edificación cumple menos de dos de los requisitos expuestos a continuación:

- Estar situados los espacios y usos vulnerables en zonas elevadas, por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Tener el trazado y equipos de las instalaciones eléctricas en zonas elevadas, por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Contar con cubiertas transitables y accesibles como lugar seguro y de rescate.
- Tener ubicada la acometida y las arquetas fuera de zona inundable.
- Disponer de válvulas antirretorno en las tuberías de evacuación y suministro de agua.

+

NIVEL MÁXIMO DE AGUA ESPERADO

+

VULNERABILIDAD PARCIAL

+ ASPECTOS RELATIVOS A LA SITUACIÓN DEL EDIFICIO EN LA PARCELA

+ ASPECTOS RELATIVOS A LOS CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

+ ASPECTOS RELATIVOS A LOS CRITERIOS CONSTRUCTIVOS E INSTALACIONES

MUROS

FACHADAS

SUELOS

INSTALACIONES

+ ASPECTOS RELATIVOS A MATERIALES

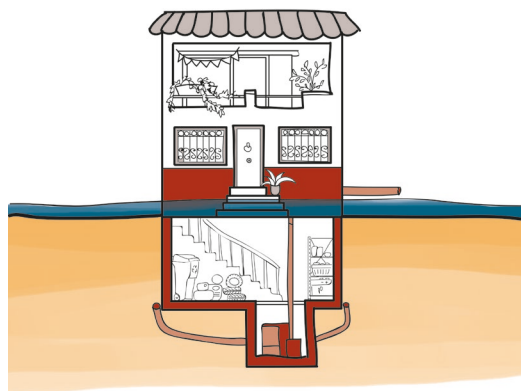
+

VULNERABILIDAD GLOBAL

+

NIVEL DE DAÑOS ESPERADO

MUROS

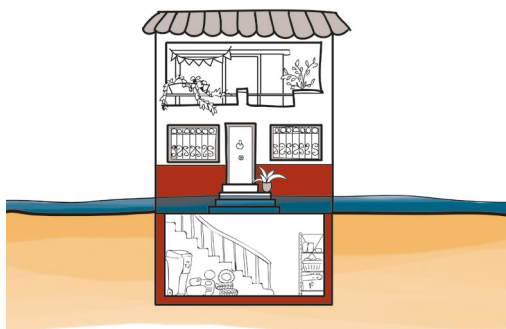


VULNERABILIDAD BAJA

Tratándose de una zona inundable, los muros de la edificación afectados por esta, disponen, como medidas de protección, de los siguientes sistemas de impermeabilización y drenaje:

- Impermeabilización exterior, tanto de la parte de muro enterrada, como de la parte aérea afectada hasta una altura de 60 cm por encima del nivel máximo de agua esperado.
- En el caso de muros de fábrica, recubrimiento por su cara interior con un revestimiento hidrófugo de cemento.
- En el caso de muros enterrados, capa drenante entre la impermeabilización y el terreno.
- Tubo drenante en el arranque del muro.

FACHADAS



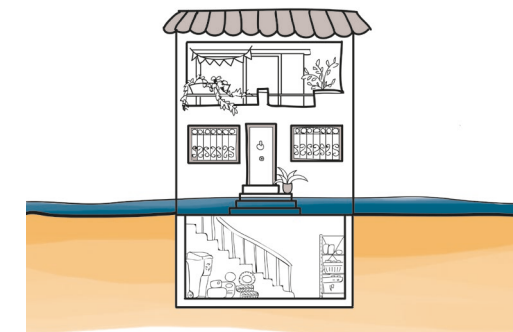
VULNERABILIDAD MEDIA

Tratándose de una zona inundable, los muros de la edificación afectados por esta, disponen, como medidas de protección, de los siguientes sistemas de impermeabilización:

- Impermeabilización exterior, tanto de la parte de muro enterrada, como de la parte aérea afectada hasta una altura de 60 cm por encima del nivel máximo de agua esperado.
- En el caso de muros de fábrica, recubrimiento por su cara interior con un revestimiento hidrófugo de cemento.

SUELOS

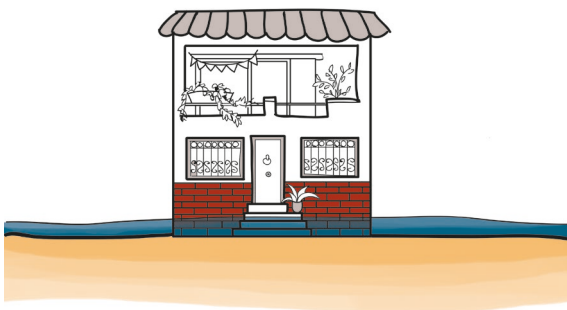
INSTALACIONES



VULNERABILIDAD ALTA

Tratándose de una zona inundable, los muros de la edificación afectados por esta, no disponen de sistemas de impermeabilización ni drenaje como medidas de protección.

MUROS

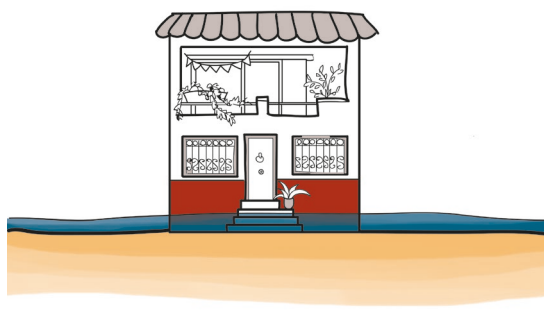


VULNERABILIDAD BAJA

Tratándose de una zona inundable, las fachadas de la edificación afectadas por esta, cumplen los siguientes requisitos:

- Contar con impermeabilización exterior en la zona afectada hasta una altura de 60 cm por encima del nivel máximo de agua esperado, mediante lámina impermeable protegida con un revestimiento, o un revestimiento de muy alta resistencia a la filtración.
- Disponer de hoja principal de espesor ≥ 24 cm.
- Tener material de revestimiento exterior no impermeabilizante y material de agarre, resistente al agua y a la humedad (clase 3 o 4 según se especifica en la Tabla 2 de la presente guía).
- Ser una fachada sin cámara de aire ventilada.

FACHADAS

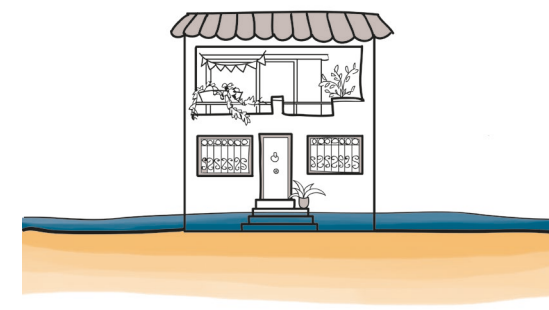


VULNERABILIDAD MEDIA

Tratándose de una zona inundable, las fachadas de la edificación afectadas por esta disponen de impermeabilización exterior hasta una altura de 60 cm por encima del nivel máximo de agua esperado, mediante lámina impermeable protegida con un revestimiento, o un revestimiento de muy alta resistencia a la filtración. No siendo una fachada con cámara de aire ventilada en ningún caso.

SUELOS

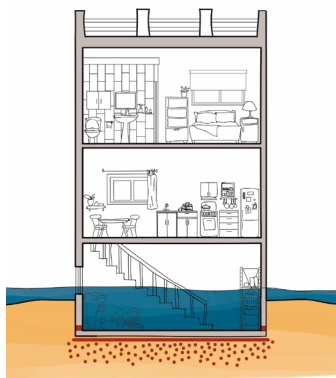
INSTALACIONES



VULNERABILIDAD ALTA

Tratándose de una zona inundable, las fachadas de la edificación afectadas por esta, no disponen de sistemas de impermeabilización específicos como medidas de protección.

MUROS

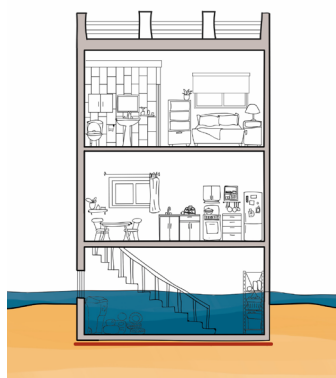


VULNERABILIDAD BAJA

Tratándose de una zona inundable, los solados, las losas en contacto con el terreno y los forjados sanitarios, cumplen los siguientes requisitos:

- Contar con impermeabilización del solado o losa por su cara externa mediante la disposición de una lámina sobre la capa drenante.
- Disponer de capa drenante (sub base de arena o gravas) y filtrante sobre el terreno.
- Tener selladas las juntas suelo-suelo y suelo-muros.
- Contar con un sistema de extracción de agua en forjados sanitarios.

FACHADAS



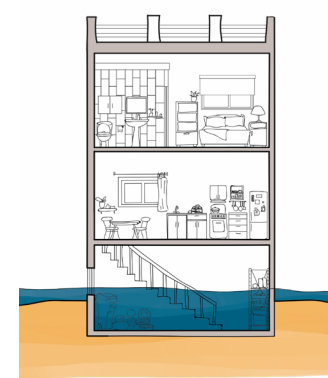
VULNERABILIDAD MEDIA

Tratándose de una zona inundable, los solados, las losas en contacto con el terreno y los forjados sanitarios, cumplen los siguientes requisitos:

- Contar con impermeabilización del solado o losa por su cara externa mediante la disposición de una lámina sobre la capa drenante.
- Contar con un sistema de extracción de agua en forjados sanitarios.

SUELOS

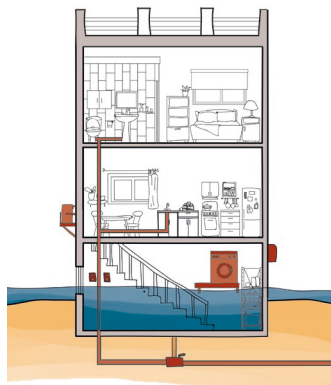
INSTALACIONES



VULNERABILIDAD ALTA

Tratándose de una zona inundable, los solados, las losas en contacto con el terreno y los forjados sanitarios, no disponen de sistemas específicos como medidas de protección.

MUROS

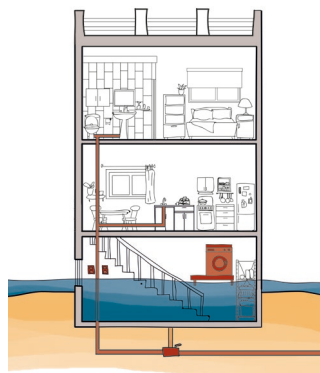


VULNERABILIDAD BAJA

Las instalaciones del edificio cumplen las siguientes condiciones:

- Las instalaciones más sensibles se encuentran ubicadas en zonas elevadas, por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Las acometidas y arquetas se sitúan fuera de zonas inundables.
- Disponen de válvulas antirretorno en las tuberías de evacuación y suministro de agua situadas por debajo del nivel máximo de agua esperado.
- No existen baños o instalaciones especialmente sensibles en sótanos o zonas enterradas, por debajo del nivel máximo de agua esperado.
- En las instalaciones que irremediablemente queden por debajo del nivel máximo de agua esperado, existen medidas especiales de protección (conexiones equipotenciales, cuadros eléctricos estancos, cableado resistente, pozos drenantes y bombas de achique, etc.).

FACHADAS



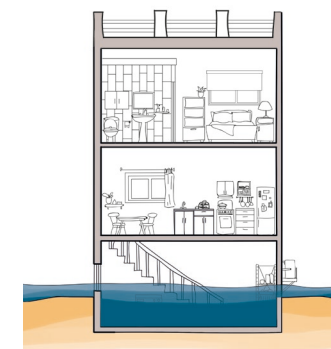
VULNERABILIDAD MEDIA

Las instalaciones del edificio cumplen la mayoría de las siguientes condiciones:

- Las instalaciones más sensibles se encuentran ubicadas en zonas elevadas, por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Las acometidas y arquetas se sitúan fuera de zonas inundables.
- Disponen de válvulas antirretorno en las tuberías de evacuación y suministro de agua situadas por debajo del nivel máximo de agua esperado.
- No existen baños o instalaciones especialmente sensibles en sótanos o zonas enterradas, por debajo del nivel máximo de agua esperado.
- En las instalaciones que irremediablemente queden por debajo del nivel máximo de agua esperado, existen medidas especiales de protección (conexiones equipotenciales, cuadros eléctricos estancos, cableado resistente, pozos drenantes y bombas de achique, etc.).

SUELOS

INSTALACIONES



VULNERABILIDAD ALTA

Las instalaciones del edificio no cumplen la mayoría de las siguientes condiciones:

- Las instalaciones más sensibles se encuentran ubicadas en zonas elevadas, por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Las acometidas y arquetas se sitúan fuera de zonas inundables.
- Disponen de válvulas antirretorno en las tuberías de evacuación y suministro de agua situadas por debajo del nivel máximo de agua esperado.
- No existen baños o instalaciones especialmente sensibles en sótanos o zonas enterradas, por debajo del nivel máximo de agua esperado.
- En las instalaciones que irremediablemente queden por debajo del nivel máximo de agua esperado, existen medidas especiales de protección (conexiones equipotenciales, cuadros eléctricos estancos, cableado resistente, pozos drenantes y bombas de achique, etc.).



NIVEL MÁXIMO DE AGUA ESPERADO



VULNERABILIDAD PARCIAL

+ ASPECTOS RELATIVOS A LA SITUACIÓN DEL EDIFICIO EN LA PARCELA

+ ASPECTOS RELATIVOS A LOS CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO

+ ASPECTOS RELATIVOS A LOS CRITERIOS CONSTRUCTIVOS E INSTALACIONES

+ ASPECTOS RELATIVOS A MATERIALES

MATERIALES

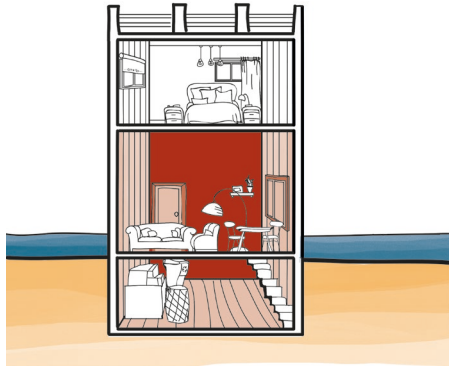


VULNERABILIDAD GLOBAL



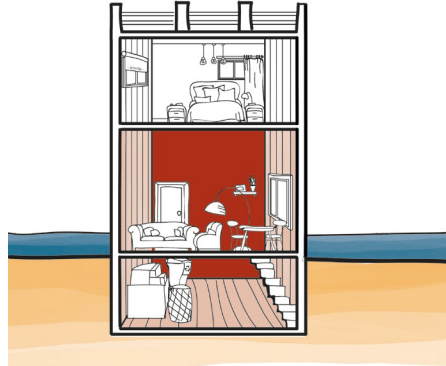
NIVEL DE DAÑOS ESPERADO

MATERIALES



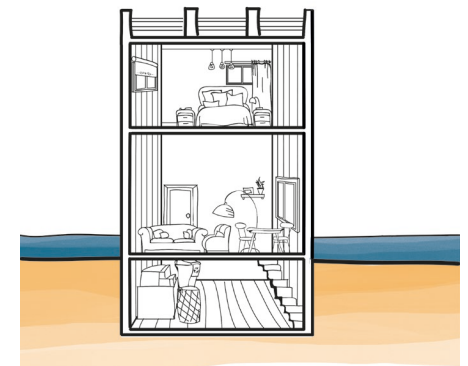
VULNERABILIDAD BAJA

Todos los elementos constructivos de la edificación y sus acabados, que puedan verse afectados por la inundación incorporan “materiales aceptables en zonas inundables (clase 4 y/o 5)”, según se especifica en la Tabla 2 de la presente guía.



VULNERABILIDAD MEDIA

La mayoría de los elementos constructivos de la edificación y sus acabados, que puedan verse afectados por la inundación incorporan “materiales aceptables en zonas inundables (clase 4 y/o 5)”, según se especifica en la Tabla 2 de la presente guía.



VULNERABILIDAD ALTA

La mayoría de los elementos constructivos de la edificación y sus acabados, que puedan verse afectados por la inundación no incorporan “materiales aceptables en zonas inundables (clase 4 y/o 5)”, según se especifica en la Tabla 2 de la presente guía.



VULNERABILIDAD GLOBAL

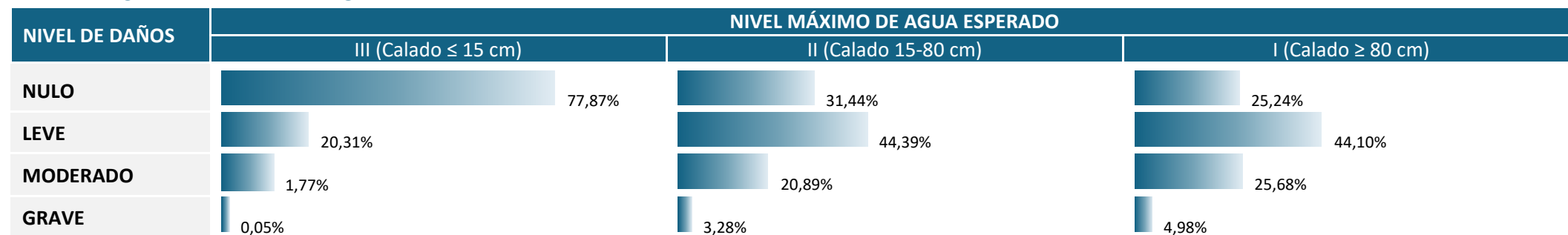
| ASPECTO | VULNERABILIDAD | | | |
|--|--|--|----------------------------------|---|
| | Nivel (y puntuación) de la vulnerabilidad parcial de cada aspecto del edificio existente | Puntuación de la vulnerabilidad de grupos de aspectos del edificio existente | Factores de ponderación relativa | Vulnerabilidad ponderada del edificio existente |
| ASPECTOS RELATIVOS A LA SITUACIÓN DEL EDIFICIO EN LA PARCELA | | | | |
| Ubicación | Baja (1) | $(1+3+2=6)/3 = 2$ | 30% | $2 \times 0,3 = 0,60$ |
| Alineación con el flujo | Alta (3) | | | |
| Protección del entorno | Media (2) | | | |
| ASPECTOS RELATIVOS A LOS CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO | | | | |
| Elevación de la edificación | Media (2) | $(2+3+1=6)/3 = 2$ | 30% | $2 \times 0,3 = 0,60$ |
| Aberturas de la edificación | Alta (3) | | | |
| Organización espacial y distribución | Baja (1) | | | |
| ASPECTOS RELATIVOS A CRITERIOS CONSTRUCTIVOS E INSTALACIONES | | | | |
| Muros | Alta (3) | $(3+3+3+3=12)/4 = 3$ | 30% | $3 \times 0,3 = 0,90$ |
| Fachadas | Alta (3) | | | |
| Suelos | Alta (3) | | | |
| Instalaciones | Alta (3) | | | |
| ASPECTOS RELATIVOS A MATERIALES | | | | |
| Materiales | Baja (1) | 1 | 10% | $1 \times 0,1 = 0,10$ |
| NIVEL DE LA VULNERABILIDAD GLOBAL DE UN EDIFICIO EXISTENTE POR INUNDACIÓN | | | | MEDIA (2,2) |

Su EDIFICIO tiene una vulnerabilidad **MEDIA** frente a inundaciones



NIVEL DE DAÑOS ESPERADO

NIVEL DE VULNERABILIDAD MEDIO



Su **EDIFICIO** tiene una probabilidad de:

25,68% de sufrir **DAÑO MODERADO**

25,24% de sufrir **DAÑO NULO**

4,98% de sufrir **DAÑO GRAVE**

44,10% de sufrir **DAÑO LEVE**



GUÍA PARA REFORZAR LA **RESILIENCIA** DE LOS **EDIFICIOS** FRENTE A **INUNDACIONES**

 **GENERALITAT
VALENCIANA**
Vicepresidència Segona
i Conselleria de Vivenda
i Arquitectura Bioclimàtica

 **IVE**
INSTITUTO VALENCIANO
de la EDIFICACIÓN

calcula la **VULNERABILIDAD** de tu edificio y toma **MEDIDAS**

La **GUÍA PARA REFORZAR LA RESILIENCIA DE LOS EDIFICIOS FRENTE A INUNDACIONES** pretende ofrecer una herramienta para materializar la reducción de la vulnerabilidad de los edificios existentes frente a inundaciones, a través del desarrollo de fichas sencillas y prácticas de “medidas para la prevención de daños por inundaciones en edificios existentes”, donde se proponen pautas y soluciones que se pueden acometer para minimizar las pérdidas ocasionadas por las inundaciones. Esta guía se ha elaborado como herramienta de orientación para “reforzar la resiliencia de los edificios existentes frente a inundaciones”. Está destinada principalmente a los propietarios, usuarios o responsables de edificios existentes de uso residencial vivienda o parte de estos (viviendas, locales de uso comercial, etc.), que están situados en zonas de la Comunitat Valenciana con inundaciones recurrentes, y que no han sido diseñados para mitigar la probabilidad de sufrir daños de un determinado nivel a los que puedan estar sometidos.

Prevención de daños por inundaciones en elementos constructivos de edificios existentes

EVITAR



Dentro de la categoría “EVITAR”, las medidas están encaminadas a impedir que el agua alcance el edificio, eliminando todo el daño potencial directo al mismo. Para evitar que el agua alcance el edificio la estrategia consiste en disponer barreras de contención permanentes o temporales, siempre que no incrementen la peligrosidad o el riesgo de inundación en su entorno próximo o aguas abajo.

RESISTIR

TOLERAR

Prevención de daños por inundaciones en servicios y equipos de edificios existentes

ELEVAR

REUBICAR

PROTEGER

MODERNIZAR

EVITAR

EVITAR01

Taludes y movimientos de tierras integrados en el paisaje.

EVITAR02

Diques, muros estancos o barreras permanentes.

EVITAR03

Barreras antinundación temporales.

EVITAR 01

TALUDES Y MOVIMIENTOS DE TIERRA INTEGRADOS EN EL PAISAJE

Descripción

Consiste en la construcción o instalación de medidas de protección permanentes, en los límites de la parcela, para evitar que las aguas de inundación alcancen el edificio, mediante proyectos de explanación, terraplenado, pendientes, caminos, jardines y paisajismo.

Se trata de una solución que se puede ejecutar en aquellas parcelas que tengan suficiente terreno, siendo recomendable en zonas muy llanas y con previsión de que, en caso de inundación, se alcance un nivel de agua bajo. Con el fin de cumplir su función, se tendrán que cumplir las siguientes condiciones:

- La **altura** de la barrera debe ser superior al nivel máximo de agua esperado en al menos **30cm**.
- El material de relleno debe estar correctamente **compactado y estabilizado** para evitar su erosión y posibles desprendimientos por la presión del agua o por impactos de elementos arrastrados por el agua.

Puesto que los suelos pueden ser permeables, es necesario tomar medidas adicionales e incorporar un sistema de **drenaje en el interior del elemento**, que permita evacuar de la parcela el agua filtrada, además del agua de lluvia.

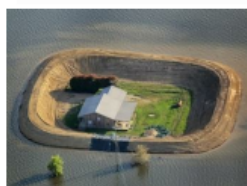
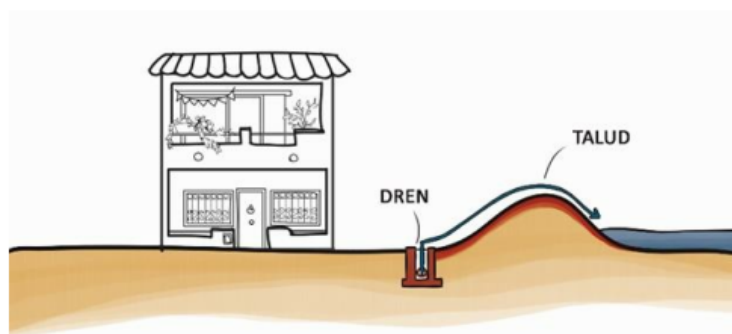


Figura 2: Dique (sohu.com)



Figura 3: Talud



Figura 4: Movimientos de tierra integrados en paisaje (SUDS-ATLANTIS)

Consideraciones

Esta medida se podrá implementar siempre y cuando no aumente el nivel de riesgo a terceros, ni se incremente de manera significativa la inundabilidad del entorno inmediato ni aguas abajo.

El diseño y la ejecución de la solución deben ser realizados por técnico competente y cumplir la normativa específica.

EVITAR

- EVITAR01
Taludes y movimientos de tierras integrados en el paisaje.
- EVITAR02
Diques, muros estancos o barreras permanentes.
- EVITAR03
Barreras antinundación temporales.

EVITAR 02

DIQUES, MUROS ESTANCOS O BARRERAS PERMANENTES

Descripción

Generalmente, la medida consiste en ejecutar estructuras de piedra u hormigón armado, que actúan de barrera para controlar y evitar que el agua llegue al edificio. Con el fin de desempeñar su función, la solución utilizada tendrá que cumplir las siguientes condiciones:

- La **altura de la barrera** debe ser superior al nivel máximo de agua esperado en al menos **30 cm.**
- Puesto que se crea una diferencia de nivel de agua entre dos espacios, se provoca una “**presión hidrostática**” que la solución debe ser capaz de soportar mediante un **dimensionado adecuado** a ese empuje de agua.
- Debe ser también **resistente** a la erosión, al paso de agua por coronación y a la posibilidad de recibir impactos de elementos arrastrados por el agua.
- Hay que tener en cuenta que se pueden generar filtraciones, por lo que se debe incorporar un **sistema de drenaje** en el interior del dique, muro o barrera, que permita evacuar de la parcela dicha agua filtrada, además del agua de lluvia.
- Los **huecos o puertas de paso** que se dispongan, deben ser totalmente **estancos**, ya que la colocación de cualquier elemento no estanco, puede provocar la inutilidad de la totalidad del sistema de contención. Estos elementos deben disponer de juntas estancas en los laterales y la parte inferior.

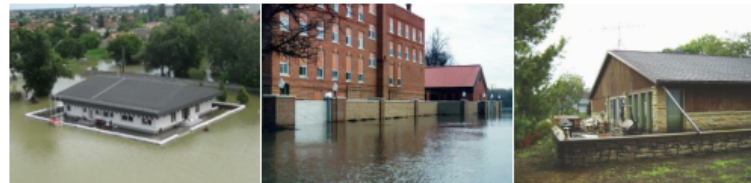
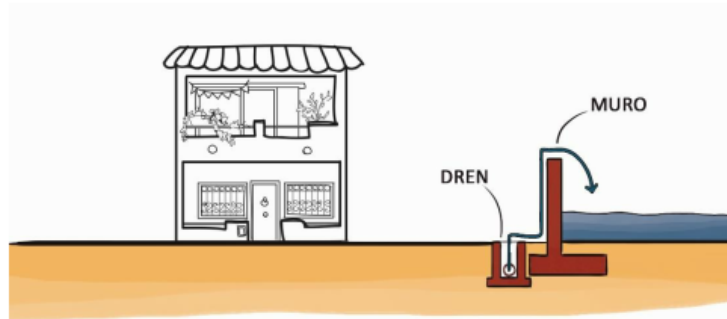


Figura 5: Muro permanente estanco de linde de parcela

Figura 6: Barrera y puerta estanca (Flood Control America, LLC)

Figura 7: Barrera de piedra (FEMA)

Consideraciones

Esta medida se podrá implementar siempre y cuando no aumente el nivel de riesgo a terceros, ni incremente de manera significativa la inundabilidad del entorno inmediato o aguas abajo.

El diseño y la ejecución de la solución deben ser realizados por técnico competente y cumplir la normativa específica.

EVITAR

- EVITAR01
Taludes y movimientos de tierras integrados en el paisaje.
- EVITAR02
Diques, muros estancos o barreras permanentes.
- EVITAR03
Barreras antinundación temporales.

EVITAR 03

BARRERAS ANTINUNDACIÓN TEMPORALES

Descripción

La medida consiste en disponer barreras de carácter temporal que trabajan con los mismos principios que las barreras permanentes, controlando y evitando que el agua llegue al edificio, pero se pueden quitar y poner, almacenar y reutilizar en cada evento de inundación.

Es una solución adecuada para zonas donde existe poco espacio o donde una barrera permanente puede dificultar el uso habitual del edificio, por ello se puede utilizar en edificios situados en zonas urbanas consolidadas. En ocasiones se usa también como refuerzo en barreras permanentes de la medida Evitar 01- "TALUDES Y MOVIMIENTOS DE TIERRA INTEGRADOS EN EL PAISAJE".

Se pueden encontrar los siguientes tipos:

- Sacos de arena o sacos de materiales absorbentes e hinchables.
- Diques hinchables.
- Barreras modulares antinundación.
- Compuertas estancas mecanizadas.

Se considera un sistema adecuado para proteger los edificios contra inundaciones de hasta 80 cm de calado, teniendo en cuenta que la altura de la barrera debe ser superior al nivel máximo de agua esperado en al menos 30 cm, y que debe ser capaz de resistir la presión hidrostática y los posibles impactos de los elementos arrastrados por el agua.



Figura 8: Sacos de arena (EFE)



Figura 9: Dique hinchable (Flooddefensegroup)



Figura 10: Barrera modular (Fluvial Innovations)

Consideraciones

Este tipo de medida requiere disponer de un tiempo de respuesta adecuado para su montaje, además de la intervención de personal con conocimientos y capacidad física para poder realizarlo.

Asimismo, el material se debe almacenar en un lugar fácilmente accesible, se deben realizar pruebas de montaje con frecuencia y mantener el material para que esté a punto en el momento de su uso.

Prevención de daños por inundaciones en elementos constructivos de edificios existentes

E_{VITAR}

R_{ESISTIR}

T_{OLERAR}



Dentro de la categoría “**RESISTIR**”, las medidas están encaminadas a impedir que el agua entre en el edificio, una vez que ha llegado a su entorno inmediato y está en contacto con él.

El objetivo es impermeabilizar y proteger adecuadamente las zonas del edificio situadas por debajo del nivel máximo de agua esperado y conseguir un edificio estanco.

Prevención de daños por inundaciones en servicios y equipos de edificios existentes

E_{LEVAR}

R_{EUBICAR}

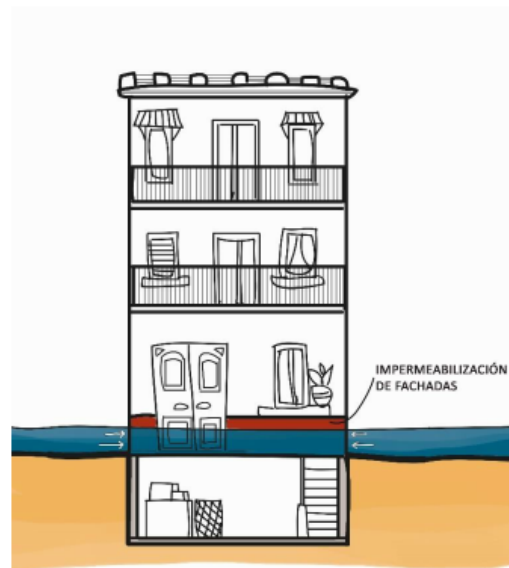
P_{ROTEGER}

M_{ODERNIZAR}

RESISTIR

- **RESISTIR01**
Impermeabilización de fachadas.
- **RESISTIR02**
Impermeabilización de suelos.
- **RESISTIR03**
Impermeabilización de muros de sótano.
- **RESISTIR04**
Protección de huecos existentes.
- **RESISTIR05**
Sustitución de huecos existentes.
- **RESISTIR06**
Sistemas antirretorno.

RESISTIR 01



IMPERMEABILIZACIÓN DE FACHADAS

Descripción

Se trata de una medida de carácter permanente, de manera que, impermeabilizando la fachada por encima del nivel máximo de agua esperado, se eliminan las fisuras y rutas de penetración de agua a través de esta.

Se realiza preferentemente por la cara exterior de la fachada, siendo los principales métodos de impermeabilización los siguientes:

- **Revestimiento exterior** consistente en una capa **impermeable** a base de mortero impermeabilizante o una base de resinas epoxi, colocado directamente en la cara exterior y sin protección adicional.
- **Zócalo impermeable** formado por una lámina impermeabilizante colocada sobre el paramento exterior y protegida mediante una hoja de ladrillo o aplacado. La cimentación debe ser capaz de soportar la nueva hoja del cerramiento. En caso contrario se realizará una cimentación propia.

En ambos casos se debe instalar un tubo drenante en la base de la impermeabilización.

Consideraciones

Puesto que la fachada recibe cargas horizontales debidas a la presión hidrostática del agua y posibles impactos, es necesario reforzar la fachada, aumentando el espesor del muro por el interior o mediante una subestructura metálica de acodamiento (principalmente cuando el nivel máximo de agua esperado es $\geq 1,20$ m).

Para inundaciones de duración mayor de 48 horas, la impermeabilización no evita totalmente las infiltraciones, por lo que se aconseja un sistema de bombeo autónomo dentro del edificio para vaciar el agua acumulada.

El diseño y la ejecución de la solución, deben ser realizados por técnicos competentes y cumplir la normativa específica.

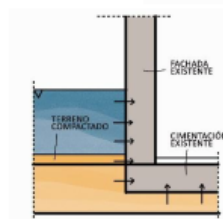


Figura 11: Estado previo no impermeabilizado

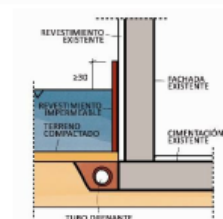


Figura 12: Solución 1: Revestimiento impermeable

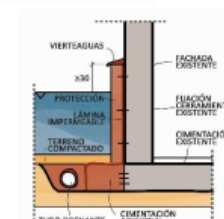


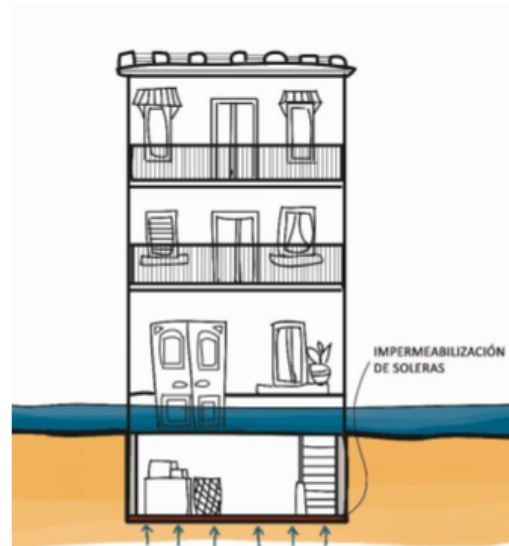
Figura 13: Solución 2: Zócalo impermeable

RESISTIR

- RESISTIR01
Impermeabilización de fachadas.
- RESISTIR02
Impermeabilización de suelos.
- RESISTIR03
Impermeabilización de muros de sótano.
- RESISTIR04
Protección de huecos existentes.
- RESISTIR05
Sustitución de huecos existentes.
- RESISTIR06
Sistemas antirretorno.



RESISTIR 02



IMPERMEABILIZACIÓN DE SUELOS

Descripción

Se trata de una medida de carácter permanente, que consiste en la impermeabilización de los suelos para que no se produzcan filtraciones por subpresión o por capilaridad.

Si el suelo está constituido por una **solera**, se debe demoler el pavimento, el material de agarre y la propia solera y a continuación disponer:

- Una capa drenante (sub base de arena o gravas ≥ 5 cm) y filtrante sobre el terreno.
- Una lámina impermeabilizante que deberá protegerse por encima con una capa antipunzonamiento si la lámina impermeabilizante es adherida, o por ambas caras con sendas capas antipunzonamiento si la lámina es no adherida.
- Nueva solera ejecutada con hormigón hidrófugo y de retracción moderada.
- Pavimento con el material de agarre pertinente.

Si el suelo está constituido por una **losa de cimentación**, se deben retirar todas las capas de acabado hasta llegar a la superficie de la losa y sobre ella colocar la impermeabilización (protegida por encima con una capa antipunzonamiento si la lámina es adherida o por ambas caras con sendas capas antipunzonamiento si la lámina es no adherida) y volver a pavimentar.

En cualquier caso, se deberán sellar todas las juntas suelo-suelo y suelo-muros mediante bandas de PVC, perfiles de caucho expansivo o bentonita de sodio.

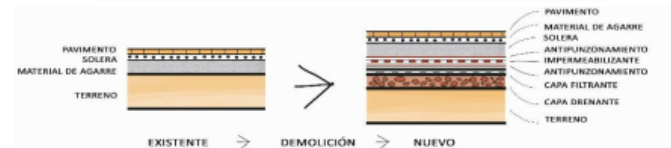


Figura 14: Impermeabilización de solera



Figura 15: Impermeabilización de losa de cimentación

Consideraciones

La impermeabilización de suelos se puede utilizar como medida de resistencia y protección frente a inundaciones, pero siempre se ha de evaluar el riesgo de los empujes verticales y ascendentes producidos por un suelo saturado que hagan que la medida sea fallida. Dicho riesgo depende del nivel máximo de agua esperado, del tipo de terreno, de la ubicación del edificio, de la duración de la inundación, del sistema de drenaje, etc., por lo que el diseño y la ejecución de la solución deben ser realizados por técnicos competentes y cumplir la normativa específica en la medida de lo posible.

RESISTIR

- RESISTIR01
Impermeabilización de fachadas.
- RESISTIR02
Impermeabilización de suelos.
- RESISTIR03
Impermeabilización de muros de sótano.
- RESISTIR04
Protección de huecos existentes.
- RESISTIR05
Sustitución de huecos existentes.
- RESISTIR06
Sistemas antirretorno.



RESISTIR 03

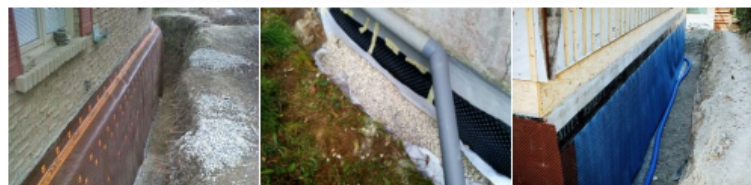
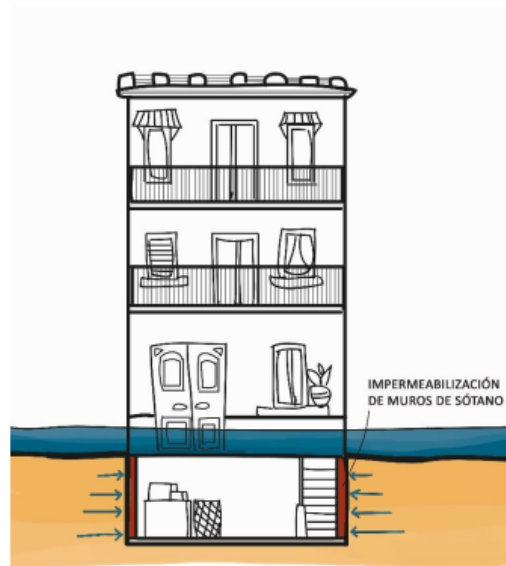


Figura 16: Impermeabilización en la cara exterior del muro (soluciones especiales.net)

Figura 17: Capa drenante y filtrante de grava (A Basanta Construcciones)

Figura 18: Tubo drenante (Impertec Levante)

IMPERMEABILIZACIÓN DE MUROS DE SÓTANO

Descripción

Se trata de una medida de carácter permanente, que consiste en la impermeabilización de los muros de sótano, para eliminar las fisuras y rutas de penetración de agua a través de estos. Si es posible se recomienda realizar una excavación perimetral, retirando el terreno y a continuación disponer lo siguiente:

- **Impermeabilización** en la cara exterior del muro, que puede ser:
 - Lámina impermeabilizante protegida con capa antipunzamiento en su cara exterior cuando la lámina sea adherida, o capa antipunzamiento en cada una de sus caras cuando sea no adherida. En ambos casos si se dispone de lámina drenante puede suprimirse la lámina antipunzamiento exterior.
 - Productos líquidos, como polímeros acrílicos, caucho acrílico, resinas sintéticas o poliéster, protegidos con geotextil o mortero reforzado con una armadura. Si se dispone de lámina drenante puede suprimirse la capa de protección.
- En las zonas enterradas una **capa drenante y filtrante** entre la impermeabilización y el terreno, la cual podrá estar constituida por alguna de las siguientes soluciones:
 - Una lámina drenante, con remate superior protegido de la entrada de agua.
 - Una capa de grava.
 - Una fábrica de bloques de arcilla porosos.
 - Otro material que produzca el mismo efecto.
- **Tubo drenante** en el arranque del muro conectado a la red de saneamiento.

Si el muro de sótano es de fábrica, deberá recubrirse también por su cara interior con un revestimiento hidrófugo, tal como una capa de mortero hidrófugo sin revestir, una hoja de placa de yeso laminado sin yeso higroscópico u otro material no higroscópico.

Debe prestarse especial atención a los puntos singulares, como son los encuentros del muro con los suelos.

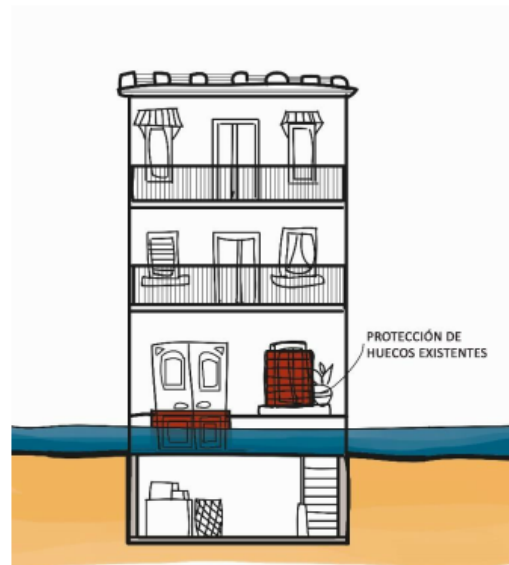
Consideraciones

La impermeabilización de muros de sótano se puede utilizar como medida de resistencia y protección frente a inundaciones, pero siempre se ha de evaluar el riesgo de los empujes por presión hidrostática no contrarrestada desde el interior y ejercida por un suelo saturado que hagan que las paredes del sótano se comben e incluso colapsen, es decir que la medida sea fallida. Dicho riesgo depende del nivel máximo de agua esperado, del tipo de terreno, de la ubicación del edificio, de la duración de la inundación, del sistema de drenaje, etc., por lo que el diseño y la ejecución de la solución deben ser realizados por técnicos competentes y cumplir la normativa específica en la medida de lo posible.

RESISTIR

- RESISTIR01
Impermeabilización de fachadas.
- RESISTIR02
Impermeabilización de suelos.
- RESISTIR03
Impermeabilización de muros de sótano.
- RESISTIR04
Protección de huecos existentes.
- RESISTIR05
Sustitución de huecos existentes.
- RESISTIR06
Sistemas antirretorno.

RESISTIR 04



PROTECCIÓN DE HUECOS EXISTENTES MEDIANTE ESCUDOS

Descripción

Se trata de una medida que actúa como barrera o escudo, impidiendo el acceso de agua por inundación a través de puertas y ventanas de fachadas. Consiste en la elevación de los umbrales de puertas y ventanas mediante medidas de protección automáticas o manuales, permanentes o temporales.

Se puede conseguir el efecto barrera de manera permanente mediante escalones de acceso o instalando barreras antinundación fijas en los huecos. Aunque lo más habitual es que las barreras se coloquen temporalmente después de ser anunciada la inundación. En general consiste en elementos de compuertas o barreras móviles de protección antinundaciones, que se fijan a soportes o rieles instalados permanentemente en las fachadas, sacos de arena o de materiales absorbentes, elementos hinchables, tabiques con ladrillo especial, etc.

En el caso de escudos fijados a fachada, deben estar hechos con materiales de resistencia adecuada en función del tamaño de la abertura a cubrir y de la presión que han de soportar. Además, deben incluir juntas a lo largo de su contorno. En caso necesario, las paredes a las que se ajustan los escudos deben reforzarse para soportar las cargas por empuje de inundación.



Figura 19: Panel contra inundaciones (Aggèrès)



Figura 20: Compuerta con autocierre por empuje de crecida (Aggèrès)



Figura 21: Barrera antinundación (Tandem Hse)

Consideraciones

Este tipo de medida requiere disponer de un tiempo de respuesta adecuado para su montaje, además de la intervención de personal con conocimientos y capacidad física para poder realizarlo.

Asimismo, el material se debe almacenar en un lugar fácilmente accesible, se deben realizar pruebas de montaje con frecuencia y mantener el material para que esté a punto en el momento de su uso.

RESISTIR

- RESISTIR01
Impermeabilización de fachadas.
- RESISTIR02
Impermeabilización de suelos.
- RESISTIR03
Impermeabilización de muros de sótano.
- RESISTIR04
Protección de huecos existentes.
- RESISTIR05
Sustitución de huecos existentes.
- RESISTIR06
Sistemas antirretorno.



RESISTIR 05

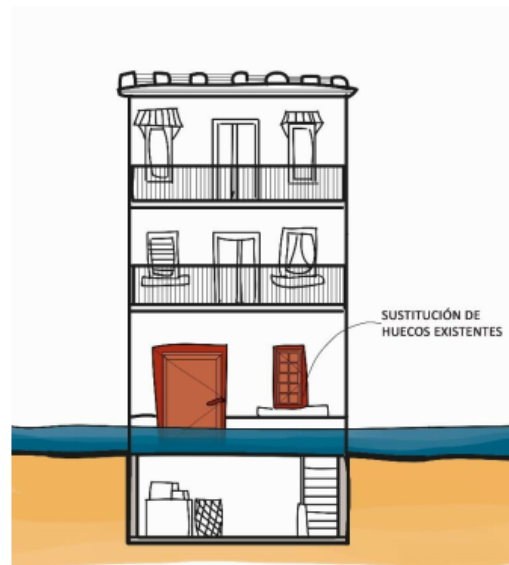


Figura 22: Ventana resistente a las inundaciones. Abatible (Mengineering)

Figura 23: Ventana resistente a las inundaciones. Fija (Mengineering)

Figura 24: Ventanas de vidrio templado a prueba de agua (Indiamart)

SUSTITUCIÓN DE HUECOS EXISTENTES

Descripción

Se trata de una medida que consiste en modificar la ubicación de los huecos o sustituir los existentes. Los huecos son puntos críticos por los que el agua puede acceder al interior en caso de inundación.

Si es posible, en el caso de reforma del edificio, se recomienda desplazar la posición de los huecos para que su parte inferior quede por encima del nivel máximo de agua esperado.

Si lo anterior no es posible y el hueco o parte de éste queda situado por debajo de dicho nivel, se deben realizar actuaciones de refuerzo, tales como:

- Sustituir las carpinterías por otras de **materiales resistentes al agua** (por ejemplo, PVC o acero inoxidable) y **resistentes a las acciones** producidas por la inundación (presión hidrostática, impactos, etc.). Se debe tener en cuenta que la apertura de la carpintería se pueda realizar desde el interior para facilitar posibles evacuaciones.
- Si el muro o la fachada disponen de **lámina impermeable**, extender esta horizontalmente hasta el precerco y lo máximo posible en vertical. Dar al conjunto de precerco y marco del hueco una altura mínima de 10 cm.
- **Sellar** convenientemente **las juntas de la carpintería**, con sistema de doble junta, una en el marco y otra en la hoja, mediante juntas de estanquidad elastoméricas (neopreno, PVC, EPDM, siliconas o polietileno).
- Disponer **doble acristalamiento** para resistir con mayor garantía la presión del agua.
- En el caso de disponer de **rejillas de ventilación**, utilizar diseños especiales de ventilación disponibles en el mercado para evitar la entrada de agua.

Preparar los huecos con **sistemas de escudo provisional** en caso necesario, según se ha expuesto en la medida Resistir 04 - "PROTECCIÓN DE HUECOS EXISTENTES MEDIANTE ESCUDOS".

Consideraciones

No se recomienda la utilización de rejas en los huecos, puesto que representan un obstáculo en caso de evacuación o de intervención de servicios de emergencias.

En caso de que los huecos sean necesarios para iluminación natural, pero no para ventilación, se recomienda resolverlos mediante elementos fijos, tales como bloques de vidrio, carpinterías y vidrios estancos, etc.

RESISTIR

- RESISTIR01
Impermeabilización de fachadas.
- RESISTIR02
Impermeabilización de suelos.
- RESISTIR03
Impermeabilización de muros de sótano.
- RESISTIR04
Protección de huecos existentes.
- RESISTIR05
Sustitución de huecos existentes.
- RESISTIR06
Sistemas antirretorno.

RESISTIR 06



SISTEMAS ANTIRRETORNO

Descripción

La medida consiste en la instalación de sistemas antirretorno en las tuberías de saneamiento situadas por debajo del nivel máximo de agua esperado, así como en los aparatos sanitarios, especialmente en inodoros.

Cuando se produce una inundación, los sistemas de evacuación de aguas fecales, pluviales o combinadas se pueden sobrecargar y saturar. Como resultado de ello el agua puede fluir hacia atrás a través de las redes de saneamiento, por desagües o inodoros.

Con la instalación de **válvulas antirretorno** se evita el reflujó de aguas residuales a través de los aparatos sanitarios de las plantas más bajas, ya que la válvula permanece abierta cuando el flujo es de salida de la edificación y se cierra cuando el sentido del flujo se invierte, evitando que las aguas residuales entren en la edificación. Existen diferentes tipos de válvulas, que pueden funcionar manualmente o de forma automática.

Además, se pueden utilizar **sistemas de protección temporal contra el retorno** de aguas residuales, consistentes en tubos inflables (globos) que bloquean las aguas residuales que retornan a los desagües.

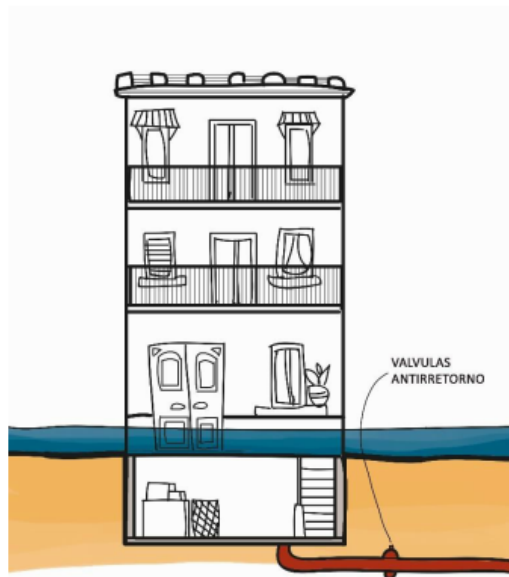


Figura 25: Válvula antirretorno (Aggères)



Figura 26: Globo en una tubería de descarga (Aggères)



Figura 27: Globo en el WC (UK Flood Barriers Limited)

Consideraciones

Se recomienda que la instalación de las válvulas antirretorno sea realizada por empresas cualificadas.

Las válvulas deben poder registrarse con regularidad y limpiarse según sea necesario, ya que pueden quedar bloqueadas o dejar de funcionar.

Prevención de daños por inundaciones en elementos constructivos de edificios existentes

E_{VITAR}

R_{ESISTIR}

T_{OLERAR}

Dentro de la categoría “**TOLERAR**”, las medidas están encaminadas a limitar el daño y reducir el tiempo de vuelta a la normalidad, en aquellos casos en los que es inevitable que el agua alcance el edificio (no se puede “**EVITAR**”) y también se hace imposible impedir que el agua entre en el edificio (no se puede “**RESISTIR**”), ya sea porque las medidas a adoptar son demasiado costosas o porque no son viables.

Consiste en transigir con la entrada de agua en el edificio, adaptando el interior de éste para que los daños que potencialmente se produzcan sean mínimos.



Prevención de daños por inundaciones en servicios y equipos de edificios existentes

E_{LEVAR}

R_{EUBICAR}

P_{ROTEGER}

M_{ODERNIZAR}

TOLERAR

TOLERAR01

Materiales resistentes al agua.

TOLERAR02

Drenaje de planta baja o sótano.

TOLERAR03

Organización espacial y distribución.

Planta inferior inundable.

TOLERAR04

Organización espacial y distribución.

Planta inferior rellena de tierras.

TOLERAR05

Accesos y espacios seguros.

TOLERAR 01



MATERIALES RESISTENTES AL AGUA

Descripción

Esta medida consiste en utilizar materiales resistentes al agua y a sus contaminantes en aquellos recintos en los que se ha admitido que el agua de inundación entre en contacto con el edificio. Además, los materiales deben de ser relativamente fáciles de limpiar después de una inundación.

Los materiales resistentes al agua de inundaciones son aquellos que pueden resistir el contacto directo y prolongado con aguas de inundación (por ejemplo, por lo menos 72 horas) sin sufrir daños significativos, es decir, que únicamente puedan requerir reparaciones cosméticas cuyo coste sea menor que el coste de reemplazar el propio material. Los materiales deben cumplir las siguientes características básicas:

- Baja penetración de agua a través del material.
- Alta capacidad de secado, de recuperar su condición de humedad original en un tiempo adecuado.
- Estabilidad dimensional, sin sufrir deformación o cambio de forma o apariencia cuando se mojan y se secan.

Para reducir la vulnerabilidad de un edificio frente a las inundaciones se debería **promover el uso** de los siguientes materiales, especialmente de los más resistentes al agua:

- **Ladrillos y hormigón:** 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.
- **Contrachapado/ madera:**
 - **Maderas naturales:** Se consideran duraderas por naturaleza el duramen de secuoya, cedro, madera de acacia y nogal negro.
 - **Contrachapado apto en ambientes marítimos:** Este tipo de contrachapado es el más resistente al agua. Se puede usar en suelos y paredes exteriores.
 - **Madera/contrachapado tratado a presión:** 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.
 - **Contrachapado contra humedad:** Ideado para resistir un bajo nivel de humedad y condensación. No apto para condiciones de inmersión en agua.
 - **Madera plástica y laminados:** Fabricados con material plástico. Son impermeables y estables.

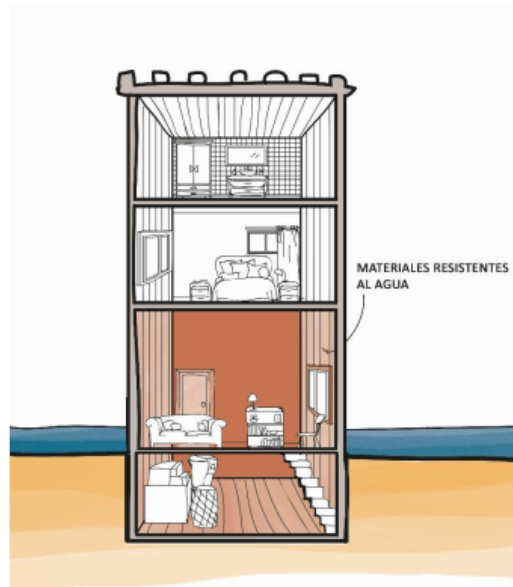


Figura 28: Contrachapado marino (Gabarró)



Figura 29: Baldosas de terrazo (Terrazzomosaic)

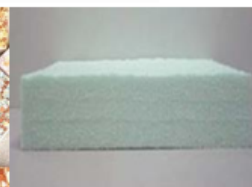


Figura 30: Aislamiento rígido de celda cerrada (Termyson)

TOLERAR

■ TOLERAR01

Materiales resistentes al agua.

■ TOLERAR02

Drenaje de planta baja o sótano.

■ TOLERAR03

Organización espacial y distribución.
Planta inferior inundable.

■ TOLERAR04

Organización espacial y distribución.
Planta inferior rellena de tierras.

■ TOLERAR05

Accesos y espacios seguros.

- **Aislante rígido de celda cerrada:** No se deforma ni pierde sus propiedades aislantes al mojarse. Se puede secar y volver a instalar en cavidades de paredes o suelos.
- **Placas de yeso laminado con resistencia frente a la humedad mejorada** (mediante aditivos hidrofugantes, yeso reforzado con fibra de vidrio, etc.): Pueden sumergirse durante varias horas sin sufrir un gran deterioro y el coste es apenas un poco más elevado que el de las placas de yeso convencionales.
- **Tornillos galvanizados para subestructura de placas de yeso laminado:** No se oxidan.
- **Baldosas de cerámica o gres:** La baldosa cerámica es adecuada tanto para suelos como para paredes; siendo apta en ambientes marinos. Tiene alta durabilidad, fácil mantenimiento y alta resistencia al agua y a las manchas.
- **Baldosas de vinilo:** Se adhieren a bases de contrachapado marino o contrachapado tratado a presión con adhesivo impermeable.
- **Baldosas de terrazo:** La baldosa de terrazo tiene alta durabilidad, fácil mantenimiento y alta resistencia al agua y a las manchas; siendo apta en ambientes marinos.
- **Zócalos sintéticos:** Presentan un mejor comportamiento frente a la humedad que los zócalos de madera.
- **Clavos galvanizados para estructura:** 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.
- **Carpintería:**
 - **Puertas y marcos metálicos:** No se alabean al mojarse. Pueden presentar manchas de óxido, pero permiten su lijado y pintado. Se pueden utilizar en entradas, especialmente en exteriores.
- **Ventanas de aluminio o PVC:** No se alabean al entrar en contacto con el agua. **Alfombra para interiores y exteriores:** Se debe utilizar con la almohadilla sintética para alfombras. No se recomiendan las moquetas.
- **Pinturas de látex.**

Para reducir la vulnerabilidad de un edificio frente a inundaciones se debería **evitar el uso** de los siguientes materiales:

- Aglomerado, contrachapado normal, madera prensada, cartón (como cartón paja).
- Adhesivos normales solubles en agua.
- Placas de yeso laminado estándar.
- Fibra de vidrio o celulosa.
- Corcho.
- Linóleo.
- Papel tapiz o papel pintado.
- Cableado y componentes eléctricos que no están diseñados para resistir inundaciones.

Asimismo, se deberían poner fuera del alcance del agua de inundación materiales o sustancias como gasolinas, aceites para motores, herbicidas, pesticidas, soluciones alcalinas, productos químicos para desatascar los desagües o productos específicos de las piscinas y otros.

Consideraciones

Incorporar materiales resistentes al agua es una medida para reducir el impacto de una inundación en la edificación cuando esta inundación es de baja velocidad.

Aunque los materiales arriba indicados se consideran resistentes al agua, después de una inundación puede ser necesario retirar algunos revestimientos exteriores o interiores de elementos estructurales y de otros elementos constructivos para permitir que estos se sequen adecuadamente.

TOLERAR

TOLERAR01

Materiales resistentes al agua.

TOLERAR02

Drenaje de planta baja o sótano.

TOLERAR03

Organización espacial y distribución.
Planta inferior inundable.

TOLERAR04

Organización espacial y distribución.
Planta inferior rellena de tierras.

TOLERAR05

Accesos y espacios seguros.



TOLERAR 02

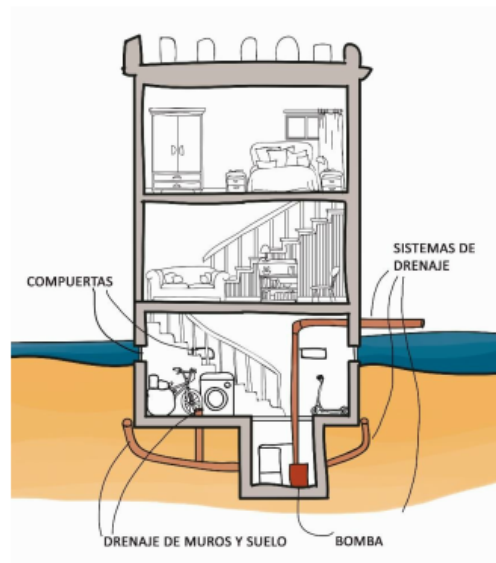


Figura 31: Sistema de drenaje de muro (ferreteriicornellana.com)



Figura 32: Compuertas de drenaje (FEMA)



Figura 33: Bomba de achique en sumidero (123RF)

DRENAJE DE PLANTA BAJA O SÓTANO

Descripción

Puesto que se permite el acceso del agua en la edificación durante la inundación, la medida consiste en disponer sistemas de drenaje de la planta baja y sótano que evacúen el agua que haya accedido al interior del edificio o a su entorno y así volver lo antes posible a la normalidad. Para ello en la medida de lo posible se deberán ejecutar las siguientes actuaciones:

- Disponer un sistema de **drenaje** que incluya:
 - A lo largo del perímetro de los cimientos: una capa drenante y filtrante y un tubo drenante; y
 - Bajo suelo: una capa drenante y filtrante.

El agua recogida y canalizada por el tubo drenante es conducida hasta un punto de recogida que puede estar equipado con una bomba de achique.

- Diseñar correctamente los huecos/**compuertas de drenaje**, que servirán de entrada y salida del agua, cuando se prevea que la planta inferior sea inundable.
- Disponer una **bomba de achique** como sistema complementario al drenaje, para evacuar el agua cuando los niveles de agua en el exterior del edificio sean más bajos que en el interior. La bomba se instalará preferentemente en un punto bajo o en un sumidero.

La bomba puede ser eléctrica o de gasolina/diésel. Las eléctricas son menos ruidosas, pero necesitan asegurar el suministro eléctrico y un generador de respaldo (SAI) para el caso de que se interrumpa el servicio eléctrico durante la inundación. El generador puede producir gases de monóxido de carbono, potencialmente letales, por lo que hay que instalarlo y mantenerlo correctamente. Las bombas de gasolina/diésel son más ruidosas y requieren almacenaje de combustible. Este puede contaminar el agua si no se almacena convenientemente.

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.

Consideraciones

Debido a la complejidad del diseño y las posibles consecuencias de un fallo de los sistemas de drenaje y bombas de achique, será necesaria la intervención de técnico competente para su diseño y ejecución.

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

TOLERAR

TOLERAR01

Materiales resistentes al agua.

TOLERAR02

Drenaje de planta baja o sótano.

TOLERAR03

Organización espacial y distribución.

Planta inferior inundable.

TOLERAR04

Organización espacial y distribución.

Planta inferior rellena de tierras.

TOLERAR05

Accesos y espacios seguros.

TOLERAR 03

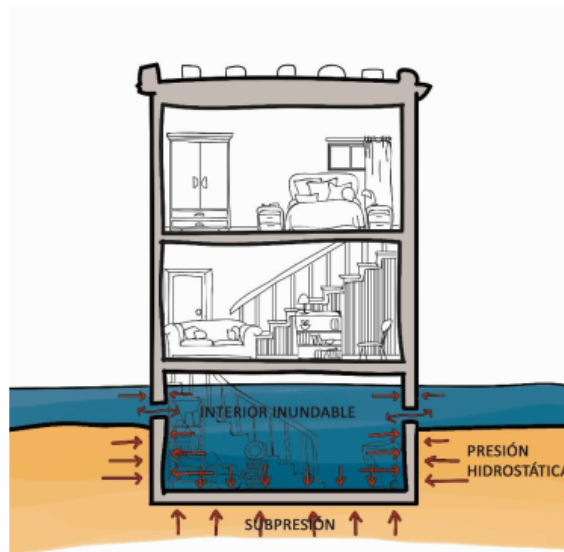


Figura 34: Redistribución de usos vulnerables a plantas superiores (Homeowners guide to flood resilience)

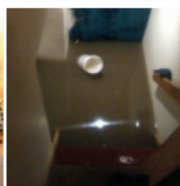


Figura 35: Planta inferior inundable (Homeowners guide to flood resilience)



Figura 36: Materiales resistentes a la inundación (Homeowners guide to flood resilience)

ORGANIZACIÓN ESPACIAL Y DISTRIBUCIÓN - PLANTA INUNDABLE

Descripción

Se trata de redistribuir los usos y bienes contenidos en la edificación de forma que los recintos más vulnerables se sitúen en zonas elevadas o con menor riesgo de inundación. Además, 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 deberían tener adaptados los servicios y equipos.

Una vez modificada la organización espacial y distribución, el **espacio inferior residual inundable** (sótano, semisótano o planta baja), tendrá que cumplir las siguientes condiciones:

- Destinar el espacio a un **uso no vulnerable** (acceso, garaje, lugar de almacenamiento, etc.) o considerarlo una zona de doble uso; uno durante el funcionamiento normal del edificio y otro durante la inundación.
- Permitir la entrada y salida del agua mediante **aberturas correctamente diseñadas** (compuertas de drenaje en las paredes) por debajo del nivel máximo de agua esperado. Estas aberturas deben garantizar que el nivel del agua en el interior de la edificación suba y baje aproximadamente la misma altura que el nivel del agua en el exterior, de modo que las presiones hidrostáticas dentro y fuera se igualen continuamente.
- **Aislar e impermeabilizar** muros y suelos e instalar un **sistema de drenaje**.
- Disponer un sistema de **bombeo** para evacuar el agua tras la inundación.
- Garantizar una **ventilación** adecuada que evite humedades.
- Utilizar **materiales resistentes al agua** en las zonas que queden por debajo del nivel máximo de agua esperado.
- **Elevar o reubicar servicios y equipos** a una posición por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Realizar la **limpieza y el mantenimiento** adecuados después de la inundación.

Consideraciones

Mediante esta medida se propone ubicar todo el programa habitable del edificio en las plantas superiores o incluso en ampliaciones de planta, siempre que la normativa urbanística y la estructura del edificio lo permitan. En este último caso será necesaria la intervención de técnico competente para el diseño y la ejecución.

No se recomienda esta medida en caso de inundaciones con altas velocidades. El agua que entra en las estancias a gran velocidad puede causar remolinos muy peligrosos y mover objetos pesados que pueden herir gravemente a quien se encuentre en el interior.

TOLERAR

TOLERAR01

Materiales resistentes al agua.

TOLERAR02

Drenaje de planta baja o sótano.

TOLERAR03

Organización espacial y distribución.
Planta inferior inundable.

TOLERAR04

Organización espacial y distribución.
Planta inferior rellena de tierras.

TOLERAR05

Accesos y espacios seguros.

TOLERAR 04

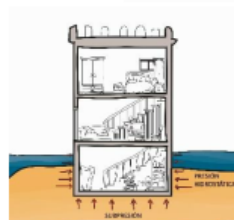
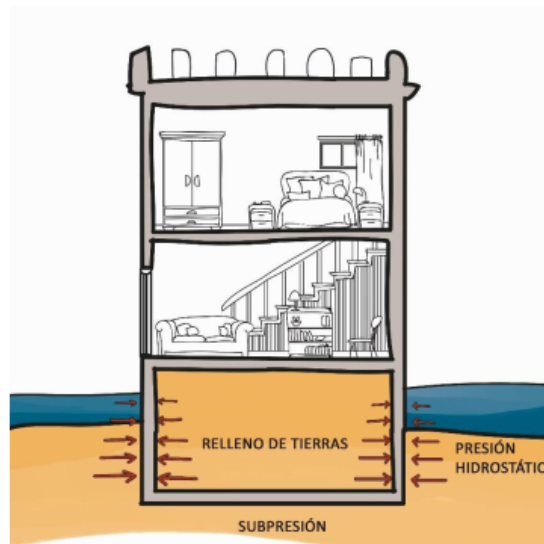


Figura 37: Estado previo

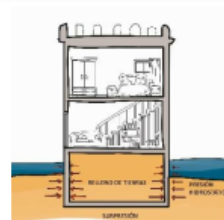


Figura 38: Relleno de espacio inferior hasta forjado superior

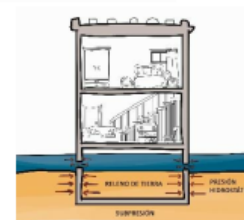


Figura 39: Relleno de espacio inferior hasta nivel exterior suelo

ORGANIZACIÓN ESPACIAL Y DISTRIBUCIÓN- PLANTA INFERIOR RELLENA DE TIERRAS

Descripción

Esta medida consiste en redistribuir los usos y bienes contenidos en la edificación de forma que estos se trasladen a zonas elevadas o con menor riesgo de inundación y el espacio inferior se rellene con tierras.

Una vez modificada la organización espacial y distribución, el **espacio inferior** ubicado bajo el nivel máximo de agua esperado (sótano, semisótano o planta baja), y **relleno con tierras hasta la cara inferior del forjado superior**, tendrá que cumplir las siguientes condiciones:

- Todos los **servicios y equipos** se deberán haber **trasladado a plantas superiores**.
- El forjado deberá estar **aislado e impermeabilizado** por la cara inferior.
- El **relleno** deberá ser granular y drenante.
- Los muros de cierre deberán ser capaces de **resistir** la presión hidrostática.

Si el **relleno de las tierras solo se produce hasta el nivel exterior del suelo**, además de las condiciones anteriormente indicadas, las paredes del sótano, semisótano o planta baja que queden por encima del nivel máximo de agua esperado, deberán reacondicionarse con aberturas que permitan la entrada y salida de agua de inundación.

Consideraciones

Mediante esta medida se propone ubicar todo el programa habitable del edificio en las plantas superiores o incluso en ampliaciones de planta, siempre que la normativa urbanística y la estructura del edificio lo permitan. En el caso de ampliación del edificio será necesaria la intervención de técnicos competentes para el diseño y ejecución.

Supone una pérdida del espacio habitable de la planta que se rellena.

TOLERAR

TOLERAR01

Materiales resistentes al agua.

TOLERAR02

Drenaje de planta baja o sótano.

TOLERAR03

Organización espacial y distribución.

Planta inferior inundable.

TOLERAR04

Organización espacial y distribución.

Planta inferior rellena de tierras.

TOLERAR05

Accesos y espacios seguros.



TOLERAR 05

ACCESOS Y ESPACIOS SEGUROS

Descripción

Esta medida consiste en **adaptar los accesos** de la edificación, situándolos en zonas elevadas o con menor riesgo, por encima del nivel máximo de agua esperado y evitando obstáculos en el itinerario hasta ellos. Si es posible, se desplazará el punto de acceso del edificio hasta la zona más elevada de la parcela.

Además, se debe complementar el conjunto de medidas de la categoría "TOLERAR" con una solución de emergencia. Por ejemplo, se puede habilitar un espacio seco y seguro a modo de **refugio en las plantas superiores** de la edificación y/o disponer aberturas de salida a una planta superior o a una cubierta, siempre y cuando esta sean transitable y segura. Para ello, en caso de inundación, estas zonas deben ser accesibles, servir como espacio de resguardo y permitir además la evacuación aérea.

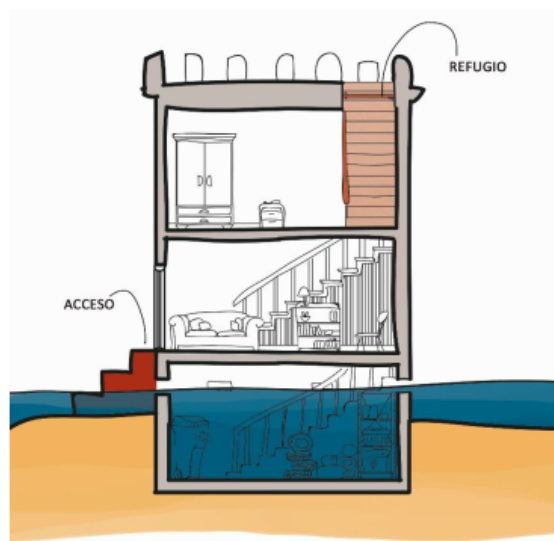


Figura 40: Acceso elevado a zonas habitables (FEMA)



Figura 41: Acceso elevado a zona habitable (FEMA)



Figura 42: Cubierta accesible para evacuación aérea (Inclam Grupo)

Prevención de daños por inundaciones en elementos constructivos de edificios existentes

E_{VITAR}

R_{ESISTIR}

T_{OLERAR}

Prevención de daños por inundaciones en servicios y equipos de edificios existentes

E_{LEVAR}

R_{EUBICAR}

P_{ROTEGER}

M_{ODERNIZAR}



Dentro de la categoría de “ELEVAR”, las medidas están encaminadas a reubicar los servicios y equipos que puedan verse afectados, por encima del nivel máximo de agua esperado, impidiendo que esta entre en contacto con ellos.

ELEVAR SERVICIOS Y EQUIPOS

Descripción

Esta medida consiste en **elevant los servicios y equipos**, instalándolos al menos 30 cm por encima del nivel máximo de agua esperado, quedando así protegidos de los efectos de la inundación.

- Los servicios y equipos instalados en **particiones verticales o fachadas** (contador eléctrico, cables y mecanismos eléctricos, de teléfono o TV, unidades exteriores de aire acondicionado, etc.) generalmente se pueden elevar en la misma partición o fachada a la altura mínima indicada.
- Los servicios y equipos instalados en el **suelo** (unidades exteriores de aire acondicionado, bombas de calor, etc.) se pueden elevar, anclándolos sobre un plinto, pedestal o plataforma, que a su vez debe quedar debidamente unido al piso o losa.
- La **instalación eléctrica y los equipos conectados a la misma**, se pueden ubicar por encima del nivel habitual, salvando el nivel máximo de agua esperado siempre que se cumpla la preceptiva normativa obligatoria.

A medida que el nivel máximo de agua esperado aumenta, el espacio disponible por encima del agua disminuye y la elevación sólo es factible para los equipos más pequeños (sistemas eléctricos, conductos o equipos diseñados para estar suspendidos del techo). Si la cota máxima de inundación prevista llega al techo o cerca del mismo, puede que sea imposible realizar la elevación y los servicios o equipos deberían reubicarse o protegerse.

Quando un servicio o equipo se eleve, debe cumplir las especificaciones enumeradas a continuación:

- Mantener el **espacio libre vertical y horizontal a su alrededor** para preservar la circulación de aire, cumplir con las distancias mínimas a materiales combustibles y proporcionar espacio para el mantenimiento.
- Asegurar el correcto funcionamiento de los **sistemas de combustión y ventilación** y comprobar que no se producen contracorrientes, principalmente en chimeneas

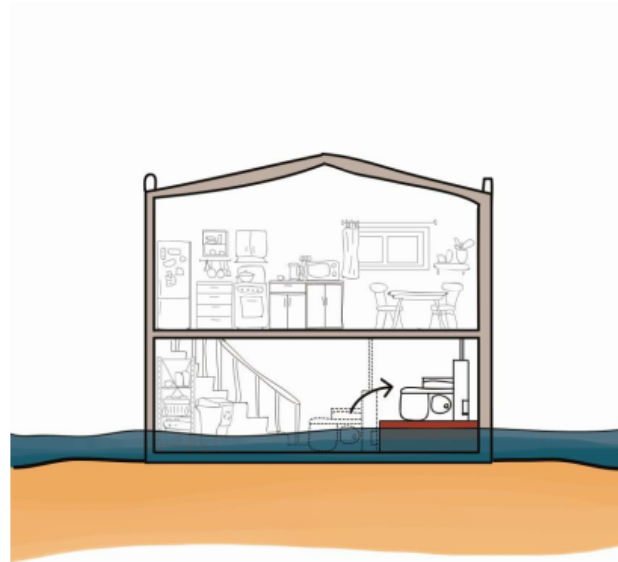


Figura 43: Elevar instalación eléctrica y equipos (Homeowners guide to flood resilience)



Figura 44: Elevar equipo instalado en el suelo sobre plinto (assurancepower)



Figura 45: Elevar caldera apoyándola sobre plataforma (Waggoner & Ball)

Consideraciones

Antes de elevar cualquier servicio o equipo gestionado por una compañía de servicios (electricidad, agua, gas, etc.) hay que verificar con la compañía si existe algún requisito que prohíba la elevación o restrinja la altura de esta.

Un técnico competente o empresa especializada debe validar la nueva posición de los servicios o equipos, sobre todo cuando se trate de equipos voluminosos sobre pedestales o plataformas, ya que son más vulnerables a los daños causados por viento y/o sismo y pueden requerir refuerzos o soportes adicionales.

Cuando no sea factible elevar o reubicar un equipo, se puede considerar el reemplazamiento de uniones, conexiones o válvulas para poder desconectar fácilmente el equipo antes de una inundación y reubicarlo provisionalmente en una planta superior del edificio.

Prevención de daños por inundaciones en elementos constructivos de edificios existentes

E_{VITAR}

R_{ESISTIR}

T_{OLERAR}

Prevención de daños por inundaciones en servicios y equipos de edificios existentes

E_{LEVAR}

R_{EUBICAR}

P_{ROTEGER}

M_{ODERNIZAR}



Dentro de la categoría de “**REUBICAR**”, las medidas están encaminadas a modificar el emplazamiento de los servicios y equipos que puedan verse afectados por el nivel máximo de agua esperado, generalmente a una planta superior.



REUBICAR 01

REUBICAR SERVICIOS Y EQUIPOS

Descripción

Esta medida consiste en **reubicar los servicios y equipos**, desplazándolos desde una planta que puede verse afectada por las inundaciones a otra que esté encima de esta, y que sobrepase el nivel máximo de agua esperado, quedando así protegidos de los efectos de la inundación.

La reubicación implica cambios importantes en la edificación, así como en la instalación desplazada, pero proporciona un mayor nivel de protección frente a inundaciones, ya que el equipo reubicado queda muy por encima de la cota máxima de inundación prevista.

El servicio o equipo, dependiendo de sus características, se puede reubicar en una planta inmediatamente superior, en una planta de cubiertas, en un nuevo recinto de instalaciones anexo a la edificación e incluso en zonas exteriores altas de una parcela.

Se recomienda reubicar los siguientes equipos, ya que ello permite protegerlos y reducir los tiempos de interrupción de servicios después de un episodio de inundación:

- Cuadros eléctricos.
- Contadores eléctricos.
- Sistemas de climatización y producción de ACS.
- Electrodomésticos y aparatos eléctricos.

Cuando un servicio o equipo se reubique, debe cumplir las especificaciones enumeradas a continuación:

- Mantener el **espacio libre vertical y horizontal a su alrededor** para preservar la circulación de aire, cumplir con las distancias mínimas a materiales combustibles y proporcionar espacio para el mantenimiento.
- Asegurar el correcto funcionamiento de los **sistemas de combustión y ventilación** y comprobar que no se producen contracorrientes, principalmente en chimeneas.

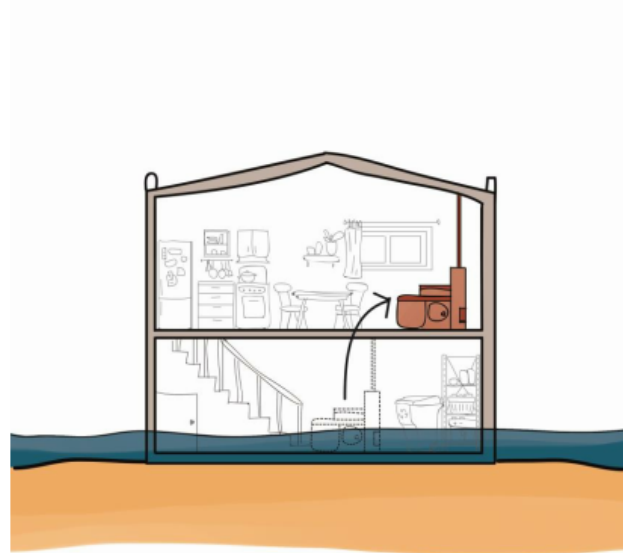


Figura 46: Reubicación de equipos en armario de instalaciones de planta superior (buildingscience.com)

Figura 47: Reubicación de sistemas de climatización (FEMA)

Figura 48: Reubicación de sistemas de producción de ACS (FEMA)

REUBICAR 01



Consideraciones

Antes de reubicar cualquier servicio o equipo gestionado por una compañía de servicios (electricidad, agua, gas, etc.) hay que verificar con la compañía si existe algún requisito que prohíba la elevación o restrinja la altura de esta.

Un técnico competente o empresa especializada debe validar la nueva posición de los servicios o equipos.

Cuando no sea factible elevar o reubicar un equipo, se puede considerar el reemplazamiento de uniones, conexiones o válvulas para poder desconectar fácilmente el equipo antes de una inundación y reubicarlo provisionalmente en una planta superior del edificio.



REUBICAR01

Elevar servicios y equipos.

Prevención de daños por inundaciones en elementos constructivos de edificios existentes

E_{VITAR}

R_{ESISTIR}

T_{OLERAR}

Prevención de daños por inundaciones en servicios y equipos de edificios existentes

E_{LEVAR}

R_{EUBICAR}

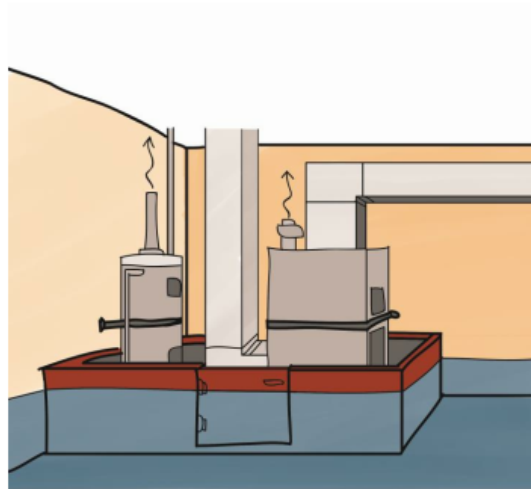
P_{ROTEGER}

M_{ODERNIZAR}



Cuando la elevación y la reubicación son inviables, es posible "PROTEGER" los servicios y equipos, manteniendo la ubicación de estos, pero tomando las medidas necesarias para limitar el daño causado por la inundación y reducir el tiempo de vuelta a la normalidad.

P_{ROTEGER} 01



BARRERAS PERMANENTES EN EQUIPAMIENTOS

Descripción

En un edificio en el que se tolera el acceso de agua en un episodio de inundación, pero donde determinados servicios y equipos no se pueden elevar o reubicar, cabría protegerlos mediante **barreras permanentes o muros de contención**, interiores o exteriores, alrededor del elemento a proteger. Para que sean eficaces, tendrán que cumplir las siguientes condiciones:

- Se debe conocer el **nivel máximo de agua esperado** y diseñar la barrera de forma que tenga una altura de al menos **30 cm** por encima de dicho nivel.
- Se recomienda una altura máxima de la barrera de 1 m, ya que, al crearse una diferencia de nivel de agua entre dos espacios, se provoca una “**presión hidrostática**” que para alturas superiores puede requerir diseños más complejos y costosos de la barrera.
- Si el muro tiene una altura menor de 40 cm, se podrá saltar sobre él para alcanzar el equipo protegido; si la altura es mayor, será necesario incluir en el muro un **hueco o puerta de paso estanco**.
- El recinto donde se ubica el equipo debe ser completamente estanco, por lo que la barrera se debe **impermeabilizar** con imprimaciones, pinturas o láminas impermeabilizantes, materiales resistentes al agua, etc.
- Si no es posible conseguir la estanqueidad de la barrera, en necesario **evacuar el agua** que pueda acceder al recinto mediante materiales filtrantes, pozos y bombas de achique.

P_{ROTEGER}

- **PROTEGER01**
Barreras permanentes en equipamientos.

- **PROTEGER02**
Anclajes y amarres en equipamientos



Figura 49: Barrera exterior protegiendo generador eléctrico (FEMA)

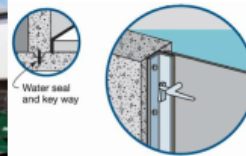


Figura 50: Detalles de barrera impermeable de protección de equipos con puerta estanca vista desde el interior (FEMA)



Figura 51: Esquema barrera protección de equipamientos (FEMA)

Consideraciones

Esta medida se podrá implementar siempre y cuando la posición de la barrera y de la puerta de paso (abierta y cerrada) proporcione el suficiente espacio para no interferir en el funcionamiento normal del equipo y permitir su mantenimiento.

PROTEGER

PROTEGER01

Materiales resistentes al agua.

PROTEGER02

Drenaje de planta baja o sótano.



PROTEGER 02

ANCLAJES Y AMARRES EN EQUIPAMIENTOS

Descripción

En un edificio en el que existen tanques de almacenamiento sobre el suelo o enterrados, por debajo del nivel máximo de agua esperado, estos son extremadamente vulnerables a las fuerzas de flotabilidad de suelos saturados y a las fuerzas de impacto de materiales arrastrados.

Cuando un tanque se desplaza sus conexiones se pueden partir y derramarse el combustible, generando situaciones de riesgo. Por ello, una medida para impedir su desplazamiento es el correcto anclaje y amarre.

Los tanques sobre el suelo se pueden anclar, bien con correas metálicas o cables que cruzan sobre el tanque y se anclan a tierra o bien embediendo los apoyos en una base constituida por una losa de hormigón.

Los tanques enterrados se pueden anclar igual que los tanques sobre el suelo, o alternativamente se puede excavar hasta el tanque y verter una capa de hormigón en la parte superior, asegurándose de no tapar la trampilla de acceso.

En todos los tanques por debajo del nivel máximo de agua esperado, tanto sobre tierra como bajo tierra, se deben utilizar conexiones flexibles entre el tanque y la línea de suministro. Además, los tubos de ventilación y llenado deben elevarse por encima del nivel máximo de agua esperado.

Si se ha recibido aviso de un episodio de inundación, se recomienda llenar el tanque, ya que será más pesado y podrá resistir mejor las fuerzas de flotabilidad, aunque los sistemas de anclaje deben diseñarse considerando el tanque vacío.

Consideraciones

Cualquier tanque debe anclarse siempre que sea posible para que permanezca en su lugar cuando actúen sobre él las fuerzas de la inundación, independientemente de que se haya elevado, reubicado o protegido, ya que los riesgos futuros pueden aumentar más de lo esperado y afectar al elemento.

El diseño del tanque debe ser realizado por técnicos competentes y cumplir la normativa específica.

Se recomienda que la instalación sea realizada por una empresa cualificada y certificada.

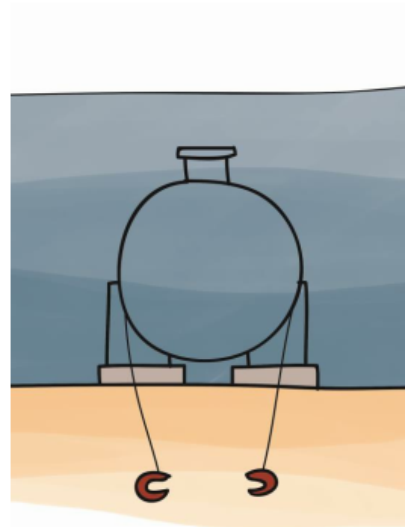


Figura 52: Tanque sobre suelo anclado con correas (cghnordic)



Figura 53: Tanque sobre suelo con apoyos embudidos en losa de hormigón (FEMA)

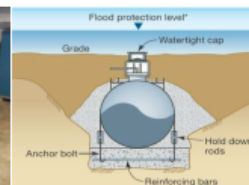


Figura 54: Tanque de almacenamiento enterrado(FEMA)

Prevención de daños por inundaciones en elementos constructivos de edificios existentes

E_{VITAR}

R_{ESISTIR}

T_{OLERAR}

Prevención de daños por inundaciones en servicios y equipos de edificios existentes

E_{LEVAR}

R_{EUBICAR}

P_{ROTEGER}

M_{ODERNIZAR}

Dentro de la categoría "MODERNIZAR", las medidas están encaminadas a reacondicionar los servicios y equipos con un nuevo diseño, combinando medidas de las categorías "ELEVAR", "REUBICAR" y/o "PROTEGER" con el fin de modernizarlos.



MODERNIZAR

- MODERNIZAR01
Instalación eléctrica.
- MODERNIZAR02
Instalación de climatización.
- MODERNIZAR03
Instalación de suministro de agua.
- MODERNIZAR04
Instalación de evacuación de agua.

MODERNIZAR01



INSTALACIÓN ELÉCTRICA

Descripción

Los componentes de una instalación eléctrica pueden ser seriamente dañados por un episodio de inundaciones, independientemente de si se encuentran en funcionamiento o apagados. Por ello cuando se moderniza una **instalación eléctrica de un edificio existente**, es necesario cumplir en la medida de lo posible las especificaciones expuestas a continuación:

- **Elevar o reubicar todos los equipos o dispositivos** por encima del nivel máximo de agua esperado.
 - Ubicar los **cuadros generales o contadores** en plantas superiores, siempre que sea posible.
 - Evitar disponer **instalaciones o aparatos electrónicos** en sótanos, siendo conveniente que se sitúen 30 cm por encima del nivel máximo de agua esperado.
 - Posicionar las **tomas de corriente** de planta baja a una cota superior a 1,20 m de altura.
 - Posicionar **aparatos de TV** a una cota superior a 1,20 m de altura, anclándolos a la pared siempre que sea posible.
- **Sellar las perforaciones en cerramientos exteriores asociadas a los equipos eléctricos**, el anclaje de cables y canalizaciones y la protección mecánica de los sistemas de cableado en zonas con riesgo de inundaciones.
- Realizar un **sellado de las juntas o de cualquier posible fuente de humedad** para prevenir de este modo la corrosión de los dispositivos metálicos.
- Disponer las principales líneas de servicio, así como los equipos de medida **en zonas no expuestas al curso de la inundación**, para limitar la exposición al impacto contra posibles escombros derivados de las inundaciones.
- Equipar con **red equipotencial la planta baja o la planta sótano**, conectando los elementos metálicos de cuartos húmedos (cocina/baño) a la red de puesta a tierra.
- Realizar **conexiones de cableado estancas**, empleando conductores con protección AD-7 o superior (aislamiento y cubierta resistentes a inundaciones).
- **Asegurar las líneas de servicio** que necesariamente tengan que discurrir por debajo del nivel máximo de agua esperado para que puedan **resistir las cargas** de la inundación.
- **Verificar que la profundidad de enterramiento es suficiente**, en el caso de líneas de distribución de trazado subterráneo, para evitar que queden al descubierto por el efecto de lavado de la inundación.

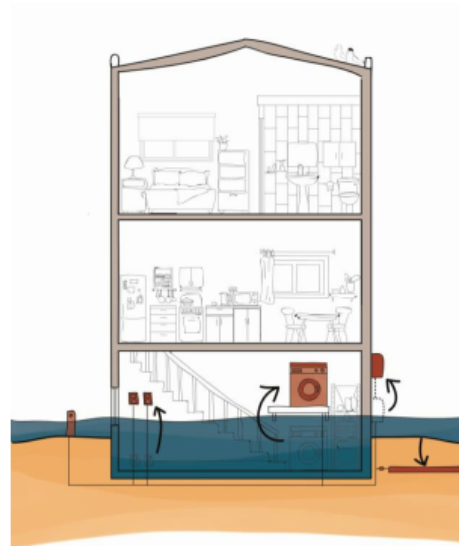


Figura 55: Elevación de cajas de conexión e interruptores (FEMA)



Figura 56: Conductores para uso con riesgo de ser mojados (FEMA)



Figura 57: Cableado con protección AD 7 (Hispanofil)

MODERNIZAR

- **MODERNIZAR01**
Instalación eléctrica.
- **MODERNIZAR02**
Instalación de climatización.
- **MODERNIZAR03**
Instalación de suministro de agua.
- **MODERNIZAR04**
Instalación de evacuación de agua.



- Implantar **sistemas de almacenamiento energético temporal/permanente** mediante baterías para entornos con único acceso a la red de distribución (baterías conectadas a paneles fotovoltaicos).
- Diseñar la instalación para que determinados **elementos externos** (como vehículos eléctricos) puedan utilizar el suministro de emergencia (destinado a las señales de socorro y servicios básicos) hasta el restablecimiento de la electricidad en caso de corte prolongado.

Cuando no es posible llevar a cabo una elevación de los equipos, se deben seguir las siguientes indicaciones para la intervención sobre los componentes eléctricos que queden situados por debajo del nivel máximo de agua esperado.

- Reducir al mínimo el número de cajas de conexiones e interruptores y elevarlos tanto como resulte práctico. Además, estos elementos deben tener el grado de protección IP correspondiente según REBT, con orificios inferiores para facilitar el drenaje en caso de inundación. En cualquier caso, tras una eventual inundación deberán ser sustituidos.
- Utilizar en los circuitos conductores acreditados para su uso en localizaciones con riesgo de ser mojados.
- Realizar un trazado vertical del cableado, para facilitar el drenaje del agua infiltrada después de una inundación.
- Disponer las bombas de sumidero o pozos, así como los generadores asociados, con cables de longitud suficiente para alcanzar los receptáculos de registro y conexión, los cuales deben quedar por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Proteger mediante **disyuntor de fugas a tierra** o **diferencial de tierra** todos los circuitos situados bajo el nivel máximo de agua esperado.
- Disponer los circuitos que den servicio a equipos situados bajo el nivel máximo de agua esperado, de **disyuntores de fugas a tierra** o **diferenciales de tierra** dedicados y separados del resto. Además, deben quedar correctamente identificados en los cuadros eléctricos correspondientes.
- Limitar al mínimo los empalmes de cableado bajo el nivel máximo de agua esperado. En caso de existir, utilizar conectores de crimpado y tubos termo-retráctiles impermeables.

Para la modernización de la instalación eléctrica de alumbrado exterior, se deberán cumplir en la medida de lo posible las siguientes especificaciones:

- Diseñar una red de alumbrado de emergencia en áreas susceptibles de sufrir inundaciones, como un sistema autónomo de la red de suministro general y con luminarias que iluminen los recorridos de evacuación.
- Reforzar la cimentación de los báculos de iluminación para resistir empujes laterales de masas de agua hasta una altura de 1,20 m (considerando la incidencia de la velocidad del agua), y sustituir aquellos que no garanticen la seguridad.
- Diseñar una red estanca mediante conducciones eléctricas bajo camisa hermética, con conexiones en cajas estancas posicionadas preferiblemente a cota > 1,20 m y empleando conductores con protección AD-7 o superior (con aislamiento y cubierta resistentes a inundaciones).
- Instalar luminarias completamente estancas, capaces de funcionar bajo el agua, en aquellos casos donde la iluminación se encuentre a ras de suelo.
- Utilizar interruptores exteriores y tomas de corriente de tipo IP o IK, para ambientes extremos.

Consideraciones

Como medida complementaria y para reducir la altura del agua una vez haya entrado en el edificio, se sugiere incorporar pozos drenantes conectados a bombas de achique situadas bajo el forjado de planta baja y/o sótano e integradas en el terreno, que permitan reducir la altura alcanzada por el agua y el tiempo de vuelta a la normalidad, gracias a la evacuación constante de agua.

El diseño de la nueva instalación eléctrica, o el diseño de las modificaciones de la instalación eléctrica existente, debe ser realizados por técnicos competentes y cumplir la normativa específica.

Se recomienda que la instalación sea realizada por una empresa cualificada y certificada.

MODERNIZAR

- MODERNIZAR01
Instalación eléctrica.
- MODERNIZAR02
Instalación de climatización.
- MODERNIZAR03
Instalación de suministro de agua.
- MODERNIZAR04
Instalación de evacuación de agua.

MODERNIZAR 02

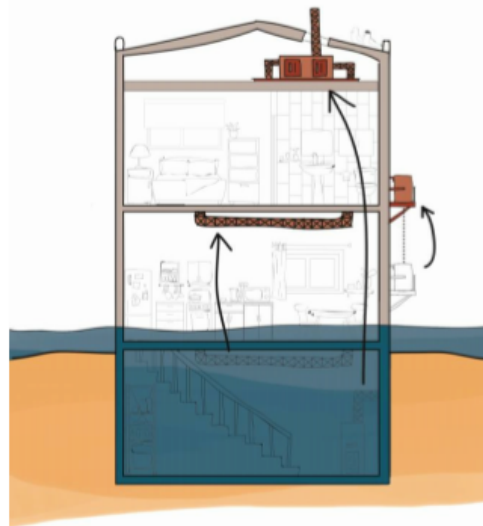


Figura 58: Elevación de equipos (Ardentcanada)



Figura 59: Reubicación de equipos (FEMA)



Figura 60: Reubicación de instalación en espacio bajo cubierta (FEMA)

INSTALACIÓN DE CLIMATIZACIÓN

Descripción

Cuando se moderniza una **instalación de climatización de un edificio existente**, la actuación principal consiste en elevar o reubicar todos los equipos y dispositivos por encima del nivel máximo de agua esperado, o si esto no es posible, en protegerlos mediante elementos constructivos o recubrimientos estancos, siendo necesario cumplir, en la medida de lo posible, las especificaciones expuestas a continuación:

- Ubicar las **unidades principales** de climatización y ventilación en cubierta o cuartos de instalaciones por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Prever suficiente **espacio** para situar los equipos a elevar o reubicar, teniendo en consideración los requerimientos para dar **servicio**, así como para poder realizar labores de **reparación y mantenimiento**, según la normativa de aplicación.
- Contar con el **apoyo estructural y el anclaje** adecuados para soportar el peso propio del equipo, así como para resistir cargas externas de viento, hielo, nieve o incluso sismo. Se recomienda que los anclajes sean de acero inoxidable o galvanizados para evitar la corrosión.
- Asegurar el suficiente **aporte de aire para la combustión**, en el caso de calderas, así como una **correcta ventilación**.
- Ubicar los equipos o dispositivos situados en el exterior de la edificación en el lado opuesto a la costa (en el caso de que se trate de un edificio situado la costa) o aguas abajo (en el caso de un edificio próximo a un cauce) para **limitar la exposición al impacto** de posibles escombros derivados de las inundaciones.
- Eliminar o reconfigurar las **distribuciones y trazados de conductos** situados bajo el nivel máximo de agua esperado, para reducir su exposición al agua.

Cuando los equipos y/o dispositivos no se puedan elevar o reubicar por encima del nivel máximo de agua esperado, existe la opción de protegerlos teniendo en cuenta las siguientes especificaciones:

- Proteger los equipos y dispositivos mediante **paredes estancas resistentes** a las fuerzas ejercidas por el agua, tanto por presión hidrostática como por flotabilidad.
- Sustituir el **material** de los conductos por otro resistente a inundaciones o excesos de humedad.

En cualquier caso, es importante prestar especial atención a las tomas de ventilación en fachada: rejillas, carpinterías y elementos por debajo del nivel máximo de agua esperado, ya que representan puntos de entrada de agua que invalidan todas las demás medidas adoptadas.

MODERNIZAR

- MODERNIZAR01
Instalación eléctrica.
- **MODERNIZAR02**
Instalación de climatización.
- MODERNIZAR03
Instalación de suministro de agua.
- MODERNIZAR04
Instalación de evacuación de agua.



Consideraciones

Como medida complementaria y para reducir la altura del agua una vez haya entrado en el edificio, se sugiere incorporar pozos drenantes conectados a bombas de achique situadas bajo el forjado de planta baja y/o sótano e integradas en el terreno, que permitan reducir la altura alcanzada por el agua y el tiempo de vuelta a la normalidad, gracias a la evacuación constante de agua.

Debido a que la energía eléctrica puede quedar interrumpida durante la inundación, se recomienda prever una fuente de energía de reserva, bien con baterías si las inundaciones previstas son de corta duración o bien con generadores para inundaciones de mayor duración.

El diseño de la nueva instalación de climatización, o el diseño de la modificación de la instalación existente, debe ser realizado por técnico competente y cumplir la normativa específica.

Se recomienda que la instalación sea realizada por una empresa cualificada y certificada.

MODERNIZAR

- MODERNIZAR01
Instalación eléctrica.
- MODERNIZAR02
Instalación de climatización.
- MODERNIZAR03
Instalación de suministro de agua.
- MODERNIZAR04
Instalación de evacuación de agua.

MODERNIZAR03



INSTALACIÓN DE SUMINISTRO DE AGUA

Descripción

Las principales amenazas que supone una inundación para un sistema de suministro de agua son la contaminación del agua suministrada y los daños asociados a la velocidad de impacto de posibles escombros arrastrados. Por ello, cuando se moderniza una **instalación de suministro de agua de un edificio existente** es necesario cumplir en la medida de lo posible las especificaciones expuestas a continuación:

- Proteger las **canalizaciones subterráneas** de suministro (en el interior de módulos prefabricados de hormigón polimérico, encofrados geosintéticos, etc.), para evitar el contacto directo de estas con el terreno. De esta forma se impide que sean dañadas por movimientos diferenciales o por lavado del terreno y se evita su posible flotabilidad.
- Diseñar el **distribuidor principal en anillo** para permitir el corte de las secciones dañadas y la recuperación del suministro de agua potable en las zonas no afectadas.
- Distribuir la **red interior (montantes y derivaciones individuales) por plantas**, diferenciando las plantas susceptibles de sufrir inundación del resto e interponiendo válvulas antirretorno y de corte.
- Evitar situar **cuartos húmedos** en sótanos y/o zonas inundables.
- Prever **arquetas de registro** cada 50 m, con tapa de registro anclada mecánicamente y sellada mediante junta perimetral de neopreno.
- **Elevar o reubicar los equipos o dispositivos** por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Prever suficiente **espacio** para situar los equipos a elevar o reubicar, teniendo en consideración los requerimientos para dar **servicio**, así como para poder realizar labores de **reparación y mantenimiento**, según la normativa que les sea de aplicación.
- Modificar el **trazado y la posición de los accesorios** para evitar posibles reflujos.
- **Minimizar los accesorios** de la instalación de suministro de agua situados por debajo del nivel máximo de agua esperado.
- **Proteger** los equipos y dispositivos mediante **paredes estancas resistentes** a las fuerzas ejercidas por el agua, tanto por presión hidrostática como por flotabilidad, cuando estos no se puedan reubicar por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Situar los **depósitos de agua por encima del nivel máximo de agua esperado** para evitar la contaminación del agua potable y garantizar el suministro. Deben disponer de sistemas de cierre hermético y estar protegidos de la contaminación aérea.

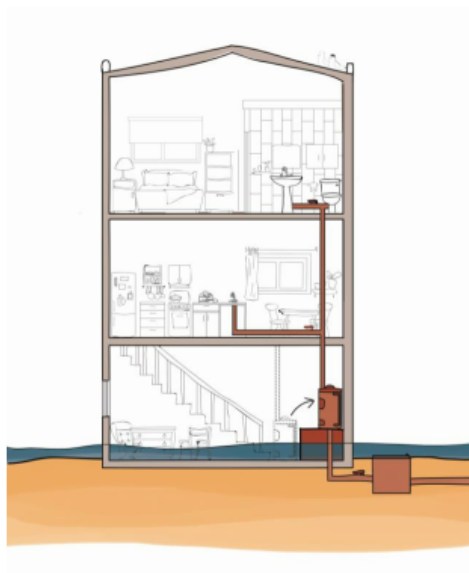


Figura 61: Protección de canalización subterránea (Huesker)



Figura 62: Arqueta de registro hermética (Suimco Materiales)

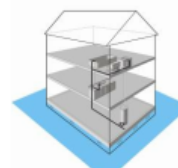


Figura 63: Situación de depósito y cuartos húmedos por encima del nivel máximo de agua esperado (FEMA)

MODERNIZAR

- MODERNIZAR01
Instalación eléctrica.
- MODERNIZAR02
Instalación de climatización.
- **MODERNIZAR03**
Instalación de suministro de agua.
- MODERNIZAR04
Instalación de evacuación de agua.



- Ubicar los equipos o dispositivos situados en el exterior de la edificación, en el lado opuesto a la costa (en el caso de que se trate de un edificio situado en la costa) o aguas abajo (en el caso de un edificio próximo a un cauce) para **limitar la exposición al impacto** de posibles escombros derivados de las inundaciones, e incluir **elementos de protección mecánica** de la instalación frente a dichos impactos.

Consideraciones

Como medida complementaria y para reducir la altura del agua una vez ha entrado en el edificio, se sugiere incorporar pozos drenantes conectados a bombas de achique situadas bajo el forjado de planta baja y/o sótano e integradas en el terreno, que permitan reducir la altura alcanzada por el agua o el tiempo de vuelta a la normalidad, gracias a la evacuación constante de agua.

El diseño de la nueva instalación de suministro de agua, o el diseño de la modificación de la instalación existente, debe ser realizado por técnico competente y cumplir la normativa específica.

Se recomienda que la instalación sea realizada por una empresa cualificada y certificada.

MODERNIZAR

- MODERNIZAR01
Instalación eléctrica.
- MODERNIZAR02
Instalación de climatización.
- MODERNIZAR03
Instalación de suministro de agua.
- **MODERNIZAR04**
Instalación de evacuación de agua.

MODERNIZAR 04

INSTALACIÓN DE EVACUACIÓN DE AGUA

Descripción

Las principales amenazas que supone una inundación para un sistema de evacuación de agua son la acumulación de aguas residuales, los daños asociados a los elementos de evacuación y alcantarillado y la contaminación de aguas con el consiguiente riesgo para la salud. Por ello, cuando se moderniza una instalación de evacuación de agua de un edificio existente es necesario cumplir en la medida de lo posible las especificaciones expuestas a continuación:

- Disponer de **duplicidad de colectores de drenaje** en viales de acceso a urbanizaciones, y de **red específica de pluviales** en zonas con periodo de retorno igual a 100 años ($T = 100$ años).
- Dimensionar adecuadamente la **red de drenaje perimetral al edificio** teniendo en cuenta los caudales previsibles en los periodos de lluvias torrenciales.
- Optar por **red separativa** y diseñarla teniendo en cuenta los caudales previsibles en los periodos de lluvias torrenciales.
- Instalar **válvulas antirretorno** en las conexiones con la red general de alcantarillado.
- **Elevar o reubicar los equipos o dispositivos** por encima del nivel máximo de agua esperado.
- Instalar **sistemas temporales de cierre hermético** en aparatos sanitarios, especialmente en inodoros.
- Instalar, si procede, una **bomba de evacuación de efluentes** con alimentación eléctrica de emergencia.
- Sustituir las **fosas sépticas in situ** por fosas prefabricadas de poliéster reforzado con fibra de vidrio y cierre estanco (resistentes a altas presiones de agua exterior); si no es posible dicha sustitución, impermeabilizar el interior y exterior de la fosa séptica, sustituir su tapa de registro por un sistema estanco (anclado mecánicamente y con juntas de neopreno), sustituir su sistema de entronque (canalizaciones flexibles de PVC), y colocar una válvula anti retorno.

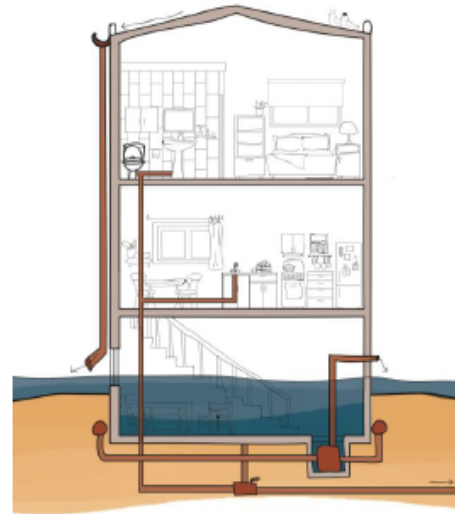


Figura 64: Válvula antirretorno (Aquobex)



Figura 65: Cierre hermético de inodoro (Floodtite Systems)



Figura 66: Fosa séptica (poliéster Cosano)

Consideraciones

Como medida complementaria y para reducir la altura del agua una vez haya entrado en el edificio, se sugiere incorporar pozos drenantes conectados a bombas de achique situadas bajo el forjado de planta baja y/o sótano e integradas en el terreno, que permitan reducir la altura alcanzada por el agua y el tiempo de vuelta a la normalidad, gracias a la evacuación constante de agua.

El diseño de la nueva instalación de evacuación de agua, o el diseño de la modificación de la instalación existente, debe ser realizado por técnico competente y cumplir la normativa específica.

VIABILIDAD DE LAS MEDIDAS

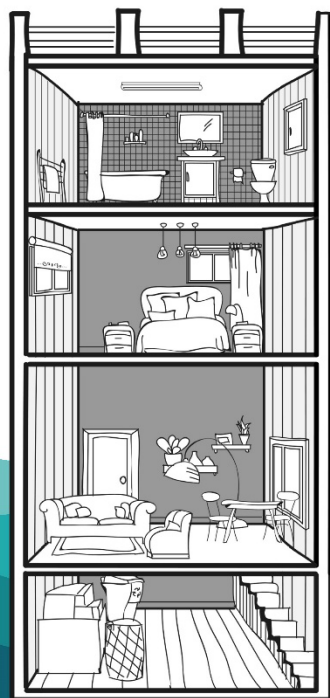
Tabla 8: Viabilidad de las medidas en elementos constructivos para la prevención de daños por inundaciones en un edificio existente

| CONSIDERACIONES | MEDIDAS EN ELEMENTOS CONSTRUCTIVOS | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------|---|---|-----------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-----------------------|--------------------------------|---------------------------------|--|---|----------------------------|--|
| | EVITAR01 | EVITAR02 | EVITAR03 | RESISTIR01 | RESISTIR02 | RESISTIR03 | RESISTIR04 | RESISTIR05 | RESISTIR06 | TOLERAR01 | TOLERAR02 | TOLERAR03 | TOLERAR04 | TOLERAR05 | |
| | Taludes y movimientos de tierras integrados en el paisaje | Diques, muros estancos o barreras permanentes | Barreras antinundación temporales | Impermeabilización de fachadas | Impermeabilización de soleras | Impermeabilización de muros de sótano | Protección de huecos existentes | Sustitución de huecos existentes | Válvulas antirretorno | Materiales resistentes al agua | Drenaje de planta baja o sótano | Organización espacial y distribución-planta inferior inundable | Organización espacial y distribución-planta inferior rellena de tierras | Accesos y espacios seguros | |
| | | | | | | | | | | | | | | | |
| No permitida | | | | | | | | | | | | | | | |
| Estética | | | | | | | | | | | | | | | |
| Coste | | | | | | | | | | | | | | | |
| Baja efectividad | | | | | | | | | | | | | | | |
| Riesgo a terceros | | | | | | | | | | | | | | | |
| Accesibilidad | | | | | | | | | | | | | | | |
| Dificultad técnica | | | | | | | | | | | | | | | |
| Intervención personas | | | | | | | | | | | | | | | |

VIABILIDAD DE LAS MEDIDAS

Tabla 9: Viabilidad de las medidas en equipos y servicios para la prevención de daños por inundaciones en un edificio existente

| CONSIDERACIONES | MEDIDAS EN SERVICIOS Y EQUIPOS | | | | | | | |
|-----------------------|--|--|---|---|---------------------------------------|--|---|---|
| | ELEVAR01 Elevación de servicios y equipos | REUBICAR01 Reubicación de servicios y equipos | PROTEGER01 Barreras permanentes en equipamientos | PROTEGER02 Anclajes y amarres en equipamientos | MODERNIZAR01 Instalación eléctrica | MODERNIZAR02 Instalación de climatización | MODERNIZAR03 Instalación de suministro de agua | MODERNIZAR04 Instalación de evacuación de agua |
| No permitida | | | | | | | | |
| Estética | | | | | | | | |
| Coste | | | | | | | | |
| Baja efectividad | | | | | | | | |
| Riesgo a terceros | | | | | | | | |
| Accesibilidad | | | | | | | | |
| Dificultad técnica | | | | | | | | |
| Intervención personas | | | | | | | | |



GUÍA PARA REFORZAR LA
RESILIENCIA DE LOS
EDIFICIOS FRENTE A
INUNDACIONES