

# ADAPTACIÓN AL RIESGO DE INUNDACIÓN

## EDIFICIOS

### CASO PILOTO

---

## EDIFICIO HOSPITALARIO-RESIDENCIAL, CUENCA



Julio 2018

## ÍNDICE

---

### 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Situación  
Problemática y objetivos  
Descripción del edificio y parcela

### 2. DIAGNÓSTICO

Entorno urbano  
Parcela  
Edificación

### 3. PROPUESTA DE INTERVENCIONES

Entorno urbano  
Parcela  
Edificación

### 4. VALORACIÓN ECONÓMICA

### 5. RESUMEN ACTUACIONES

## 1. INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

Las inundaciones son fenómenos de origen natural cuyo impacto se puede mitigar considerablemente si se siguen las medidas adecuadas. Es necesario aprender de cada evento y estar preparados para el siguiente, aplicando medidas de reducción del riesgo para minimizar al máximo posible los daños provocados por el agua.

La Directiva de Inundaciones, *Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de la Unión Europea, de 23 de octubre de 2007, relativa a la “Evaluación y la gestión de los riesgos de inundación”, y su trasposición al ordenamiento jurídico español a través del Real Decreto 903/2010, de 9 de julio*, tienen ese objetivo.

La herramienta clave de la Directiva son los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI). Dentro de las actuaciones incluidas en el “Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático en España” (Plan PIMA Adapta) se encuentra la implantación de dichos PGRI en materias coordinadas con la adaptación al cambio climático, estableciendo las metodologías, herramientas y análisis necesarios. En este contexto, la Dirección General del Agua (DGA) del Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y para la Transición Ecológica (MAPAMA) está desarrollando, entre otras, la GUÍA DE ADAPTACIÓN DE EDIFICIOS AL RIESGO DE INUNDACIÓN – Criterios de diseño -, y aplicando sus conceptos en diferentes CASOS PILOTO.

El presente documento recoge las recomendaciones para el caso piloto del Edificio Hospitalario – Residencial junto al río Júcar, en Cuenca, tras analizar los factores de riesgo de inundación, su entorno urbano, las características de la parcela y la propia edificación.

### 1.1. Situación

El conjunto edificatorio se localiza al sur oeste de la ciudad de Cuenca, en el meandro característico del río Júcar, una zona con inundaciones y variaciones del nivel del río frecuentes.



Fig. 01 Localización del recinto hospitalario-residencial. Fuente: Google maps



Se han iniciado además los trabajos (proyecto de Trgsatec) para la adaptación frente al riesgo de inundación en este tramo comprendido entre los ríos Júcar y Moscas, entre los puentes de la calle Escultor Jamete y de la carretera N-400, Ronda Oeste.

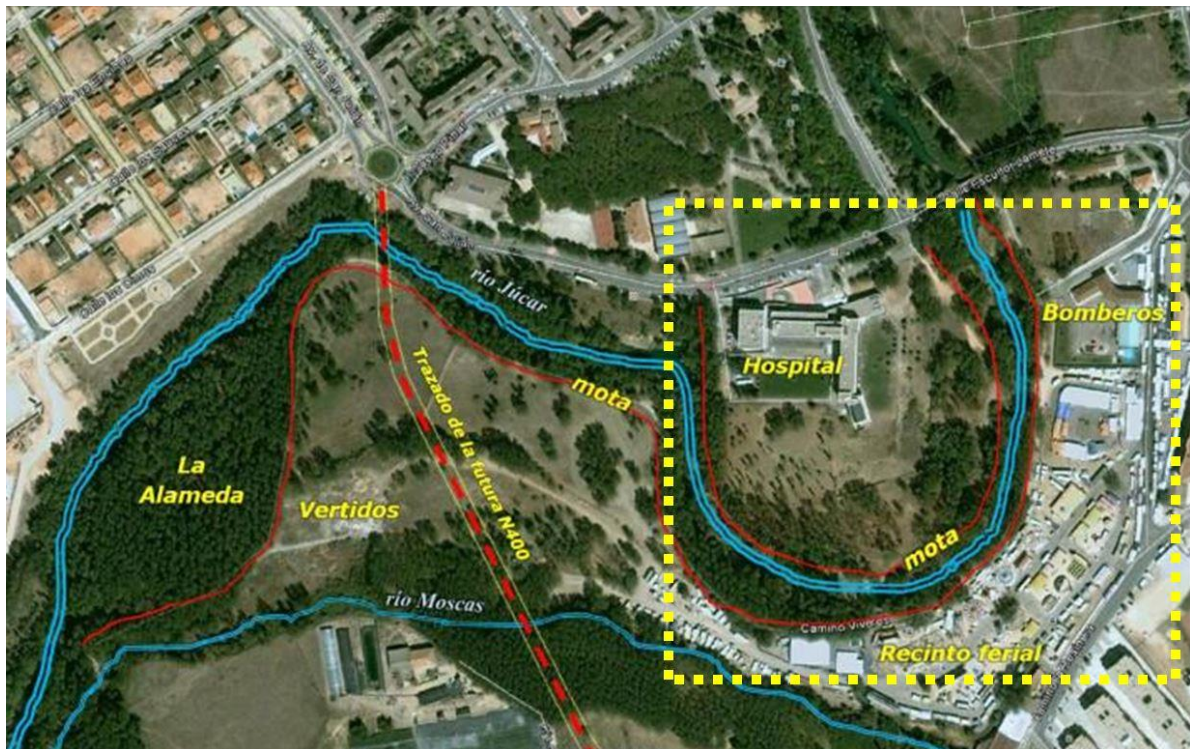


Fig. 02 Recinto ferial en margen izquierda, zona hospitalaria en la derecha y escombros en camino de la alameda.  
 Fuente: esquema sobre fotografía aérea Google Earth.

## 1.2. Problemática y objetivos

### Problemática

El tramo de confluencia de los ríos Moscas y Júcar en Cuenca forma parte de las Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs) 0018. Según el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) y los Mapas de Peligrosidad y Riesgo, el área de inundabilidad es bastante extensa, con 10 años de periodo de retorno en buena parte de la confluencia. Las afecciones por el desbordamiento de las aguas, tanto por la margen derecha (zona hospitalaria y residencia de ancianos) como por la izquierda (recinto ferial e instalaciones del Parque Municipal de Bomberos y Protección Civil), son considerables.

Los principales riesgos asociados a las inundaciones fluviales en esta zona recaen en las instalaciones del complejo sanitario de la margen derecha, con una clasificación de afección muy grave según el SNCZI, así como las distintas zonas urbanas aledañas y más próximas al cauce (instalaciones deportivas, parques urbanos, zonas residenciales y asentamientos agrícolas residenciales).

Por todo esto, y considerando la extensión total del ARPSI-0018, el Plan de Gestión del Riesgo de Inundaciones de la Demarcación Hidrográfica del Júcar establece un valor de peligrosidad de 2,2 y un valor del riesgo de 1,9, con peligrosidad media-baja y riesgo medio-bajo.



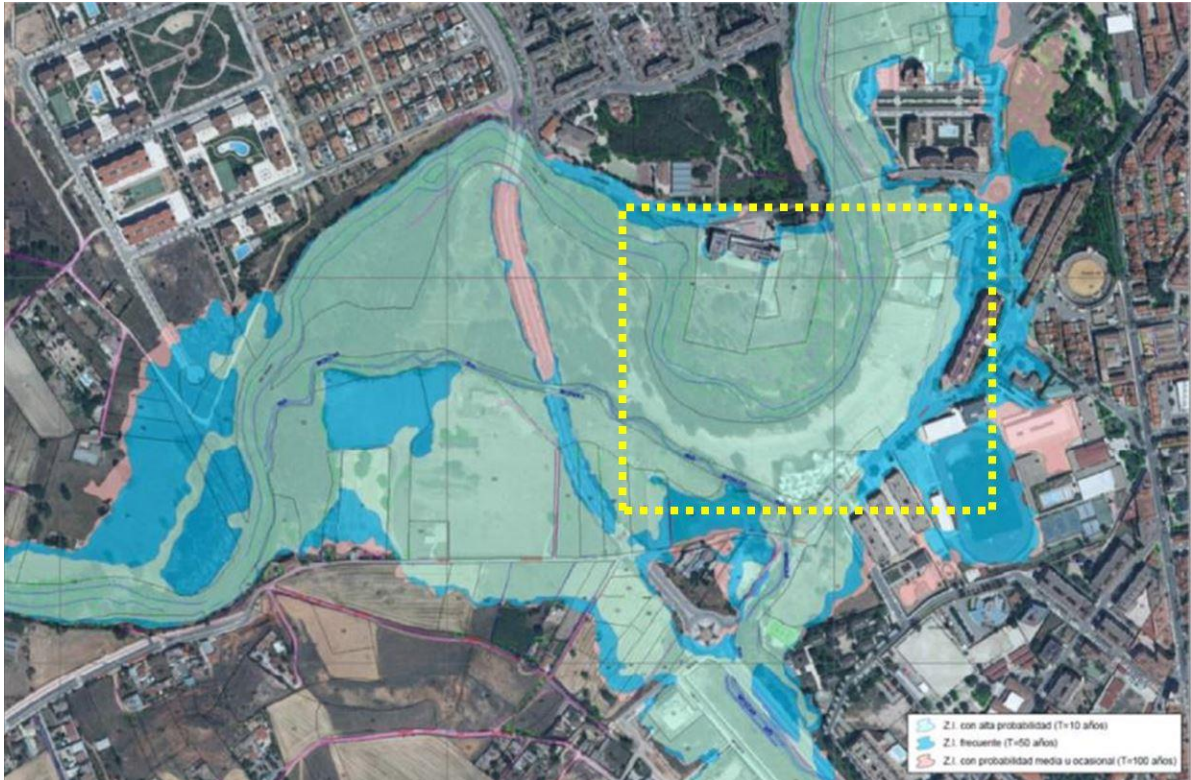
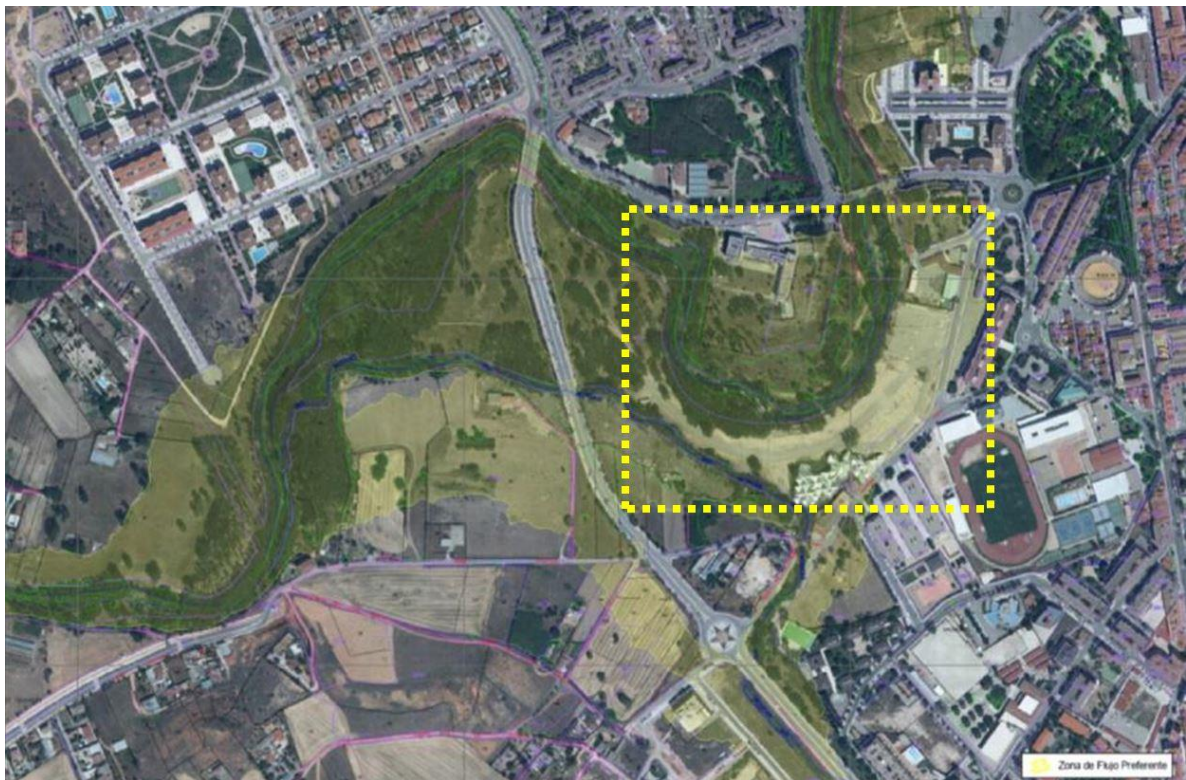


Fig. 03 Zonas de inundabilidad elaboradas para el SNCZI, sobre cartografía catastral.

El área abarcada por la Zona de Flujo Preferente (ZFP) se extiende por las parcelas ocupadas por el complejo sanitario-residencial, el recinto ferial y el parque de bomberos, así como la totalidad de la Alameda. También la carretera N-400 se ve afectada, puesto que su rasante se ve superada por la avenida correspondiente a los 100 años de periodo de retorno.

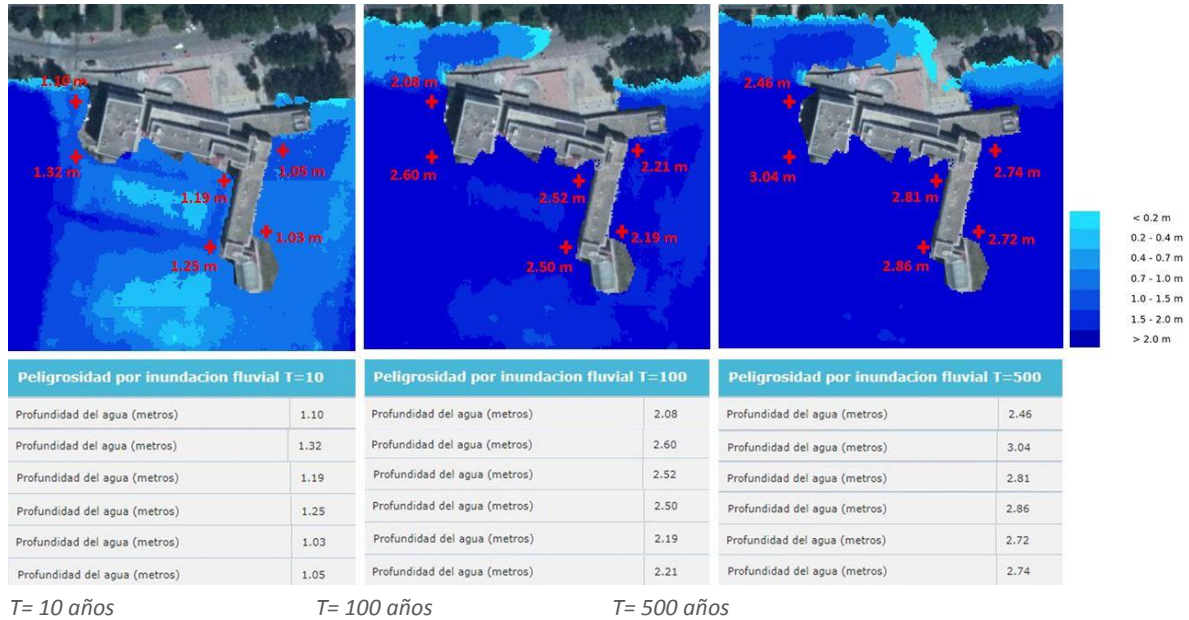


Img.04 Zona de Flujo Preferente (ZFP), que abarca la mayor parte de la confluencia.



La afectación del hospital y residencia ante inundaciones para distintos periodos de retorno T se muestra en los mapas de peligrosidad y riesgo a la población por inundación fluvial, según el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables (SNCZI) y el Catálogo Nacional de Inundaciones Históricas (CNIH):

**Peligrosidad por inundación fluvial (SNCZI)**

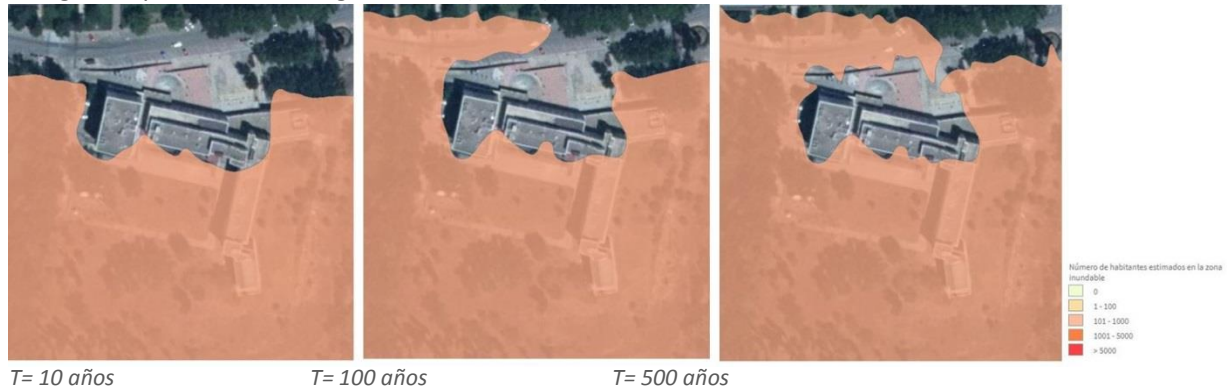


T= 10 años

T= 100 años

T= 500 años

**Riesgo a la población de origen fluvial (SNCZI)**



T= 10 años

T= 100 años

T= 500 años

**Zonas inundables (CNIH)**



Fig. 01 Peligrosidad, riesgo y zonas inundables (SNCZI y CNIH).

**Proyecto para la disminución del riesgo de inundación en el cauce de los ríos Júcar y Moscas**

Tragsatec está redactando el mencionado “Proyecto de disminución del riesgo de inundación y mejora del estado ecológico de los ríos Júcar y Moscas a su paso por Cuenca” en coordinación con los objetivos medioambientales del Plan Hidrológico de la Cuenca del Júcar y la disminución del riesgo de inundación.

Para la correcta definición del lecho de los cauces se ha realizado un modelo digital del terreno elaborado a partir del vuelo LiDAR en el año 2009 durante los trabajos englobados dentro del SNCZI, así como un levantamiento topo-batimétrico de secciones de ambos cauces, obras de fábrica, drenaje e infraestructuras de defensa de reciente construcción, para mantener actualizada la información. Todo ello permite realizar la modelización de simulaciones de avenida para diferentes periodos de retorno en la parcela del hospital y recinto ferial.

Los resultados resultan más precisos que los obtenidos desde el SNCZI y CNIH, y sirven para realizar un diagnóstico y propuesta de mejora con precisión, determinando como referencia el periodo de retorno de 25 años (consensuado con al CHJucar y la DGA).

	<i>Punto de control</i>	<i>T 5</i>	<i>T 10</i>	<i>T 25</i>	<i>T 50</i>	<i>T 100</i>	<i>T 500</i>
5	<i>Recinto ferial (pabellón)</i>	902.62	903.17	<b>903.96</b>	904.30	904.68	905.23
6	<i>Margen derecha (hospital 1)</i>	-	903.17	<b>903.94</b>	904.26	904.62	905.14
7	<i>Margen derecha (hospital 2)</i>	902.32	902.98	<b>903.83</b>	904.16	904.55	905.06

Fig. 02 Cotas de lámina de agua en la parcela del hospital para diferentes periodos de retorno.

Para la avenida de 25 años de periodo de retorno, las cotas de lámina de agua implican unos calados aproximados de 1.50 m en la parcela del recinto hospitalario.

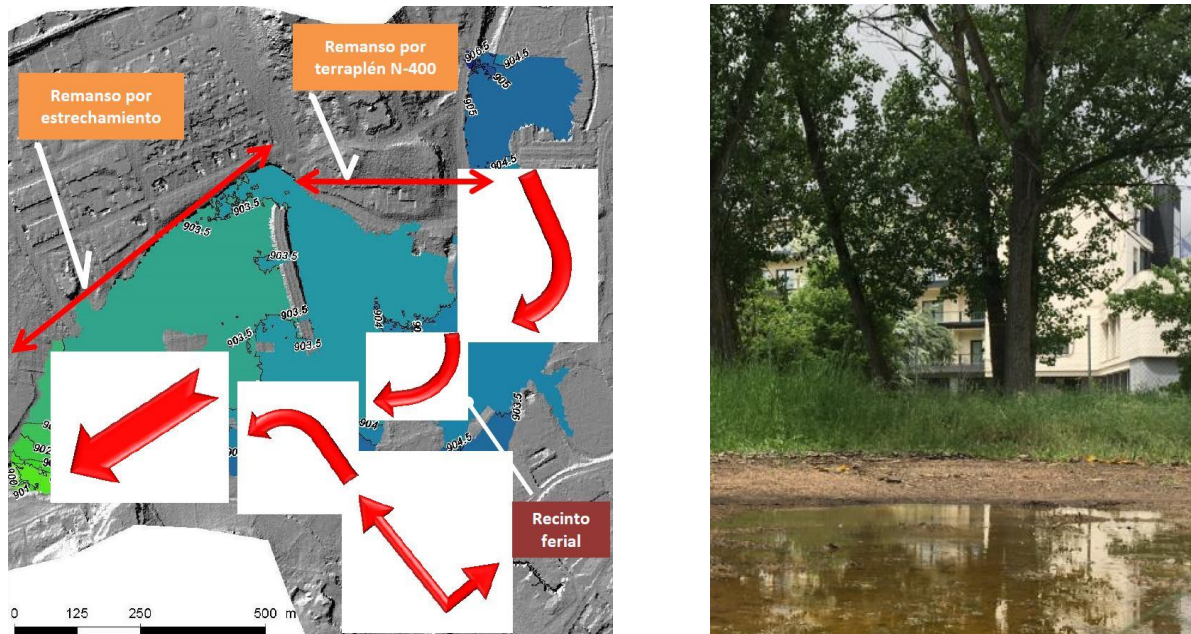


Fig. 03 Líneas de flujo principal en la confluencia (Simulación de avenida de 25 años de periodo de retorno), e imagen del entorno del hospital desde el río.



Atendiendo a la problemática actual del tramo y a los distintos condicionantes ambientales y socio-económicos de riesgos frente a inundación, los objetivos planteados en el proyecto son:

- 1- Reducir el nivel de riesgo asociado a la salud humana, ambiental y de actividad económica, especialmente en lo referido a las instalaciones sanitarias y de emergencia.
- 2- Disminuir y mitigar la peligrosidad existente en el tramo descrito y aguas abajo.
- 3- Mejorar y desarrollar el estado ecológico general de las masas de agua, la vegetación de ribera autóctona y su hábitat asociado, así como facilitar las labores para la interpretación y educación ambiental en los mismos.
- 4- Compatibilizar el espacio fluvial con el uso recreativo y público, mejorar la ordenación de este territorio y la gestión de la exposición en las zonas inundables.

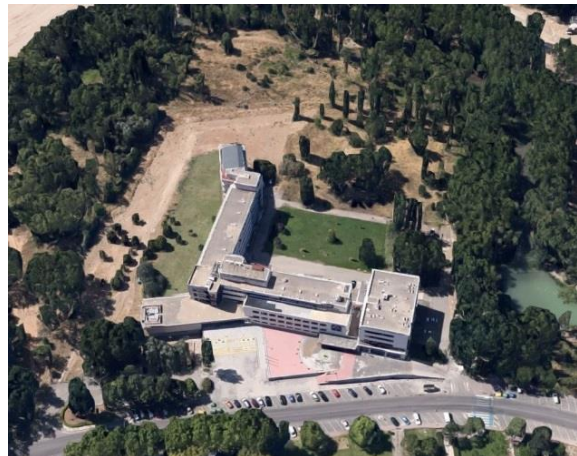
### Objetivos Caso Piloto

El estudio piloto del recinto hospitalario-residencial tiene por objetivos:

- 1- Reducir el nivel de riesgo por inundación en los edificios, mediante actuaciones compatibles con los planteamientos del “Proyecto de disminución del riesgo de inundación y mejora del estado ecológico de los ríos Júcar y Moscas a su paso por Cuenca” .
- 2- Mejorar las garantías de funcionamiento y continuidad de servicio del complejo residencial-hospitalario en caso de inundación.
- 3- Mejorar las condiciones de mantenimiento durabilidad del edificio en caso de inundación.
- 4- Asegurar la posibilidad de evacuación en caso de inundación.

### 1.3. Descripción del edificio

El complejo hospitalario de uso mixto (hospitalario/residencial) fue diseñado por los arquitectos Jose Manuel Cañizares Monton y Gregorio Castillo Júdez en 1993. Originalmente la propiedad era del Servicio de Salud de Castilla-La Mancha (SESCAM), quien posteriormente lo traspasó a dos propietarios distintos: Grupo Recoletas (hospital privado) y la Residencia de Mayores Alameda.



Img.05 Hospital Recoletas y Residencia Alamed. Vistas aéreas. Fuente: Google Maps.

La parcela en propiedad queda delimitada al norte por la avenida de San Julián, al oeste por una mota construida por emergencia durante las inundaciones de febrero de 2016, y al sur y este por un vallado que limita el acceso al cauce del río Júcar.



El recinto incluye un jardín con arbolado y vegetación, dos aparcamientos al aire libre y dos rampas de acceso independientes al garaje, situado en sótano (hospital y residencia), así como una zona elevada para los depósitos de oxígeno y gasoil.

Por su parte, el edificio dispone de seis plantas (planta baja + 3 plantas en altura y 2 sótanos), con una geometría en “L” (en planta) que se abre hacia la parcela en propiedad a orillas del río, y con un desnivel de una planta respecto a la calle de acceso principal (Av. de San Julián). El hospital y la residencia están comunicados en todas sus plantas.

El hospital contiene el siguiente programa:

- Planta sótano -2 (cota +899,75 msnm): 1388,10 m<sup>2</sup>. Salas de instalaciones (bombas, depósitos de ACS, climatización, técnica RM), garaje, almacenes, farmacia, lavandería, archivo, mortuorio, aseos y vestuarios.
- Planta semisótano -1 (cota +902,50 msnm): 1400,80 m<sup>2</sup>. Vestíbulo, recepción, salas de espera, salas de reuniones, despachos, consultas, quirófanos, reanimación, resonancia, rayos, esterilización, aseos y vestuarios. Cuenta además con un espacio al que se accede desde el exterior, cubierto y situado bajo la plataforma de acceso, donde se alojan algunos recintos de instalaciones, como son el centro de transformación, el grupo electrógeno y tres aljibes.
- Planta baja (cota +906,15 msnm): 1466,30 m<sup>2</sup>. Vestíbulo, recepción, despachos, salas de espera, consultas, zona de urgencias, enfermería, observación, rayos, rehabilitación, gimnasio y aseos.
- Planta primera (cota +909,50 msnm): 1249,90 m<sup>2</sup>. Se organiza en dos edificios diferenciados, albergando el primero las habitaciones de hospitalización, aseos, control y sala de estar, y el segundo consultas y aseos.
- Planta segunda (cota +912,85 msnm), 1249,90 m<sup>2</sup>. Coincidente con la planta primera.
- Planta tercera (cota +916,20 msnm): 988 m<sup>2</sup>. Se organiza en dos edificios diferenciados, albergando el primero las habitaciones de hospitalización, aseos, control, cocinas y almacenes, y el segundo consultas, despachos, administración y almacenes.

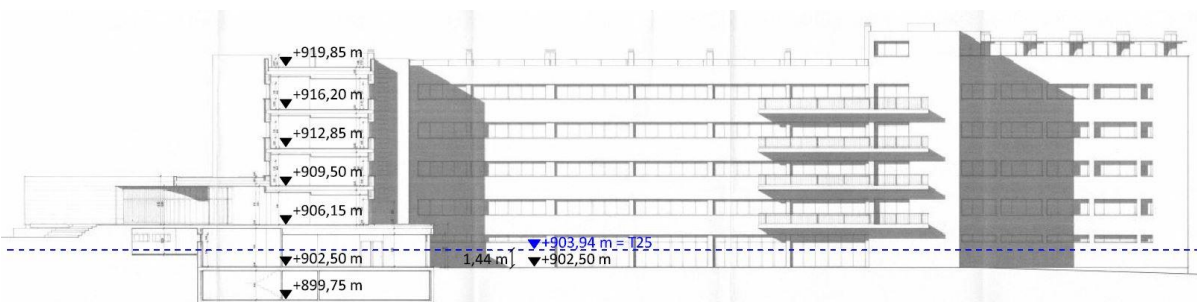


Fig. 04 Sección del hospital .



Fig. 05. Situación y usos del hospital.

El uso residencia no ha podido ser visitado ni se ha podido recabar información sobre su programa interior. Únicamente se ha inspeccionado el perímetro y parcela del mismo.



## 2. DIAGNÓSTICO

Tras la visita realizada al Hospital Recoletas en fecha 06/06/2018 por Tragsatec, los principales aspectos detectados relacionados con el riesgo de inundación fluvial y su alcance son:

### 2.1. Entorno urbano

- La mota de la margen derecha del río Júcar, inmediatamente aguas abajo del puente de la calle Escultor Jamuete, se sitúa muy próxima al cauce del río e impide disponer de un espacio de movilidad fluvial adecuado en caso de crecidas.
- La mota de emergencia construida durante el episodio de inundación de febrero 2016, situada en el extremo oeste del hospital, y cuya base se encuentra a cota + 902,5 m, tiene aproximadamente 1,10 m de altura, alcanzando así la cota de defensa + 903,60 m. Esta mota se encuentra aparentemente en buen estado, sin presencia de cárcavas ni inestabilidades, si bien convendría revisar su estado exhaustivamente.



Img. 06. Mota de emergencia construida en el episodio de inundación de febrero 2016.

- La red general de saneamiento se sitúa a una cota similar a la de la lámina de agua del río, de manera que el vertido de las tuberías de evacuación de aguas negras y grises provenientes de la planta semisótano -1 se produce con excesiva horizontalidad. Esto provoca el colapso de la red de saneamiento durante las crecidas del río, devolviendo las aguas negras y grises a la planta semisótano -1, y aparecen a través de duchas e inodoros. También se genera presencia de agua en la zona exterior cubierta de acceso a recintos de instalaciones de planta semisótano -1 (CT, grupo electrógeno y aljibes), que se encuentra deprimida 50-60 cm respecto a los recintos.



Img. 07. Pozo acometida colector S-2, y arbolado de parcela en mal estado de conservación.

- La vegetación y arbolado de ribera se encuentra en mal estado de conservación y suponen un riesgo para la edificación por caída, arrastre o impacto sobre las fachadas en caso de inundación.

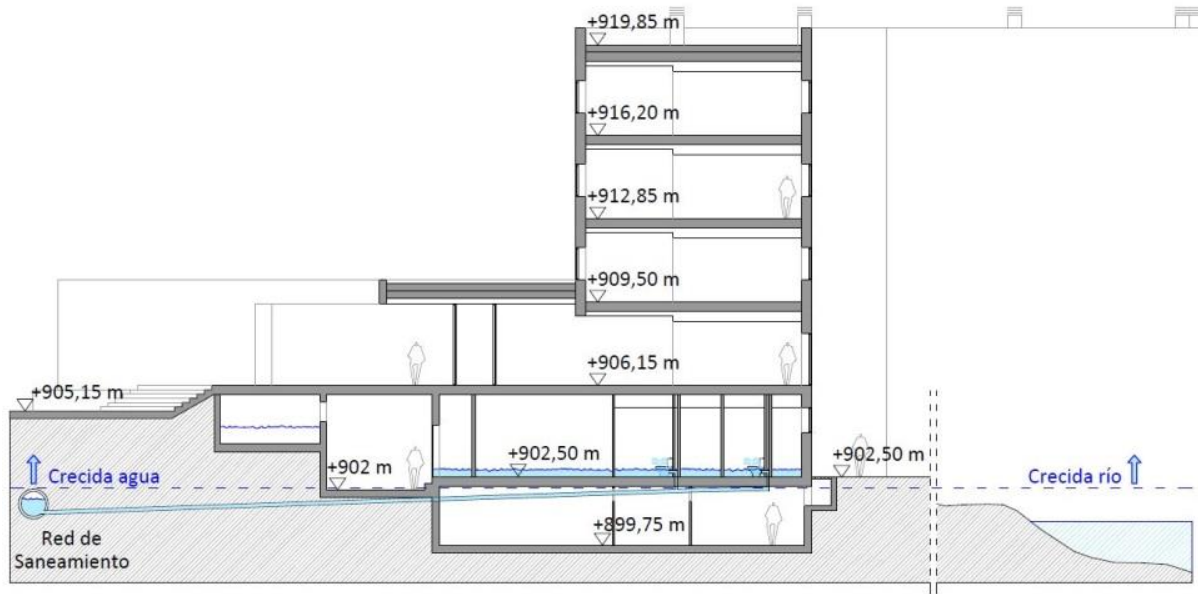


Fig. 06 Esquema de influencia de red de saneamiento en Hospital

## 2.2. Parcela

- Los depósitos de oxígeno y gasoil se sitúan sobre una plataforma elevada al suroeste de la parcela, junto al río, en zona inundable. Si bien está previsto la retirada del depósito de gasoil por cambio de combustible a gas, el depósito de oxígeno se mantendrá, por lo que resulta necesario mejorar su protección.



Img. 08 Depósitos de oxígeno y gasoil sobre plataforma elevada.



En la parcela se localizan diferentes puntos vulnerables por donde se puede producir la entrada de agua al interior del edificio durante periodos de fuertes lluvias e inundaciones:

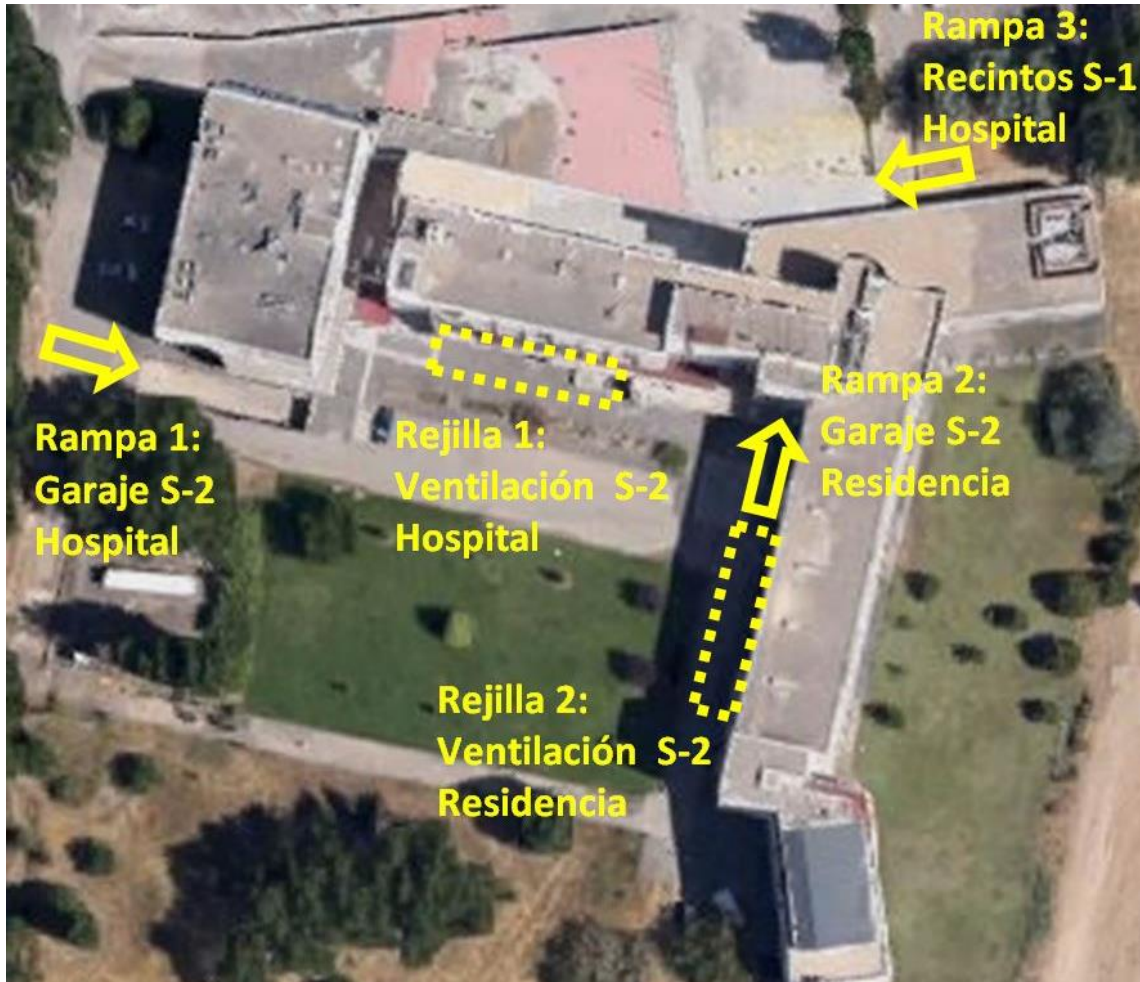


Fig. 07. Puntos vulnerables de entrada de agua en la parcela

- Dos rejillas de ventilación situadas en el pavimento exterior a cota de planta semisótano -1, que afectan al sótano -2 en hospital (Rejilla 1) y residencia (Rejilla 2).



Img. 09 Rejillas en encuentro con edificio

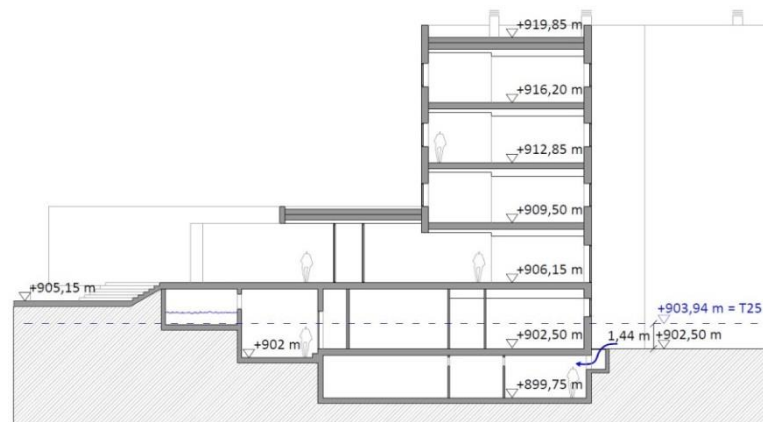


Fig. 08 Esquema de entrada de agua a través de rejillas.

- Tres rampas: dos de acceso al garaje de la planta sótano -2, tanto en el edificio hospitalario (Rampa 1) como residencial (Rampa 2), y una tercera rampa que conduce a los recintos semi-enterrados en planta semisótano -1, bajo la plataforma de acceso.



Img. 10 Rampas 1 2 y 3.

El acceso al edificio se realiza mediante una plataforma elevada a cota + 906,15 m, que protege la planta baja del riesgo de inundación y garantiza la evacuación de pacientes, personal y residentes en caso de emergencia.

La evacuación en la residencia queda igualmente garantizada por una rampa que conecta el vestíbulo de la misma con el terreno exterior. Además, la comunicación interior entre ambos usos permite utilizar estas salidas indistintamente en caso de emergencia.



Img. 11 Plataforma de acceso a hospital y residencia y rampa exterior de evacuación en residencia.



### 2.3. Edificación

El hospital y la residencia están comunicados en todas sus plantas a través de puertas de doble hoja batiente, que no oponen resistencia al paso del agua. No existe por lo tanto separación ante el riesgo de inundación. Esta comunicación permite la correcta evacuación de personas en ambos sentidos, y obliga a considerar el edificio como único, independientemente de sus usos y propietarios diferenciados.



Fig. 09 Puertas de comunicación entre hospital y residencia.

#### Planta sótano S-2

Esta planta cuenta con una ventilación indirecta de la humedad por medio de aperturas en la parte superior de algunos tabiques, en distintas estancias, comunicándolas, y que culminan en las rejillas de ventilación situadas en el pavimento exterior de cota -1 anteriormente mencionadas. La humedad de esta planta genera desperfectos en los paramentos interiores.

También se producen filtraciones puntuales de agua proveniente del terreno a través de suelo y muros, especialmente en época de lluvias. Para mitigar estas filtraciones se han realizado canalizaciones de agua en suelo, reconduciéndola hacia un punto de bombeo, saturado en el momento de la visita. Se aprecian humedades en diferentes puntos de suelo y paredes.



Img. 12. Humedades en paso de ventilación, canalización en suelo, y punto de bombeo.



*Img. 13. Humedades en suelo, paredes y foso de ascensor.*

Se observan algunas precauciones adoptadas ante la entrada de agua, tales como la elevación 20 cm. del armario del Centro General de Baja Tensión (CGBT), elevación de conductos de ventilación y el sistema de canalización de agua infiltrada anteriormente mencionado. No obstante se observan otros elementos desprotegidos, como tuberías y depósitos de ACS en la sala de bombas.



*Img. 14 Armario CGBT elevado, aparato de clima elevado y Sala de bombas y depósitos ACS con canalizaciones en suelo.*

### Planta semi-sótano S-1

Tanto en el edificio hospitalario como en el residencial existen aberturas en fachada con cerramientos de vidrio y carpintería metálica, vulnerables a la rotura y entrada del agua por presión hidrostática o impactos.



Los principales puntos de posible entrada de agua son:



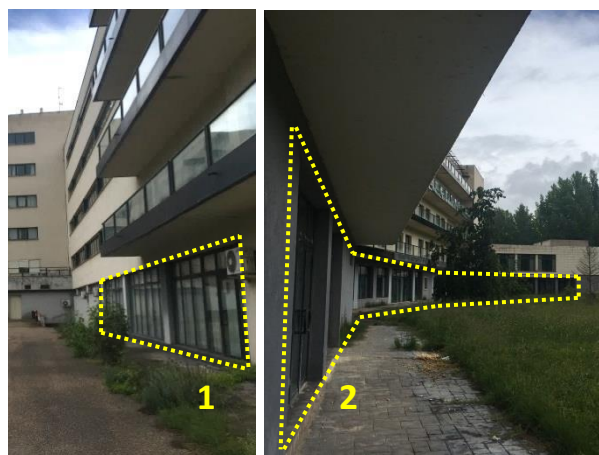
Fig. 15. Aberturas de acceso S-1 en hospital



Fig. 16. Aberturas acceso S-1 en



Fig. 17. Aberturas S-1 residencia



La rampa 3, mencionada anteriormente, conduce a un espacio exterior cubierto bajo la plataforma de acceso que separa el edificio principal de los recintos semi-enterrados que contienen el centro de transformación (CT), el grupo electrógeno y los aljibes.



Esta zona exterior puede llegar a recibir agua por colapso de la red de saneamiento, y podría inundarse en caso de que la crecida del río sobrepasase la mota actual en su límite este. Si bien los recintos se encuentran elevados una altura de 50 - 60 cm respecto a dicha zona exterior, el riesgo de afección eléctrica es elevado.



Fig. 18 Rampa 3, zona exterior cubierta y recinto CT



Img. 15 Recinto CT y Aljibes.

El resto de plantas (baja, primera, segunda y tercera) se sitúan a una cota superior de la cota máxima de inundación, por lo que garantizan en todo momento la seguridad de las actividades contenidas en éstas, así como la integridad y la evacuación de todas las personas implicadas en ellas. Además, en todas las plantas y azotea existen terrazas accesibles que permiten la evacuación en caso de emergencia.



Fig. 19 Terraza en planta y azotea.



### 3. PROPUESTA DE INTERVENCIONES

#### 3.1. Entorno urbano

En el documento “Proyecto de disminución del riesgo de inundación y mejora del estado ecológico de los ríos Júcar y Moscas a su paso por Cuenca”, elaborado también por Tragsatec, se proponen las siguientes intervenciones en el entorno del hospital para proteger dicha edificación de las inundaciones:

**Movilidad fluvial:** Mejorar el espacio de movilidad fluvial (área del valle que el río necesita para llevar a cabo sus desplazamientos laterales vinculados con la dinámica de las formas que correspondan al sistema fluvial) con la retirada de la mota de la margen izquierda desde el recinto ferial hasta puente de la carretera N-400 y la movilización de la mota de la margen derecha a la altura del hospital.

**Naturalizar:** Naturalizar la margen derecha mediante el desmonte de la mota existente y consolidar una línea de protección estable para las instalaciones hospitalarias y depósitos. Para ello, se plantea la construcción de una nueva mota.

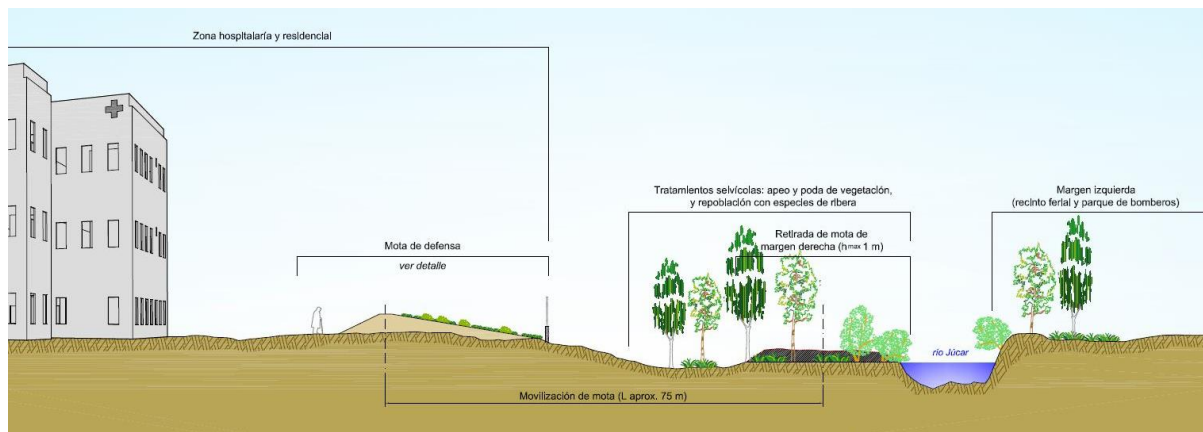


Fig. 20 Sección de la intervención planteada y edificio.

**Nueva mota:** Debe alcanzar la cota + 904,40 m, incluyendo 40 cm de resguardo por encima de la cota de afección (+ 903,94 m), según el modelo hidráulico realizado para un periodo de retorno de 25 años. Se diseña dando continuidad y ampliando la mota de emergencia en el lateral noroeste del hospital, cuya cota de coronación es + 903,60 m y deberá alcanzar la cota + 904,40 m. Esta nueva mota debe acompañarse de una franja interior de drenaje y bombeo paralela en todo su recorrido.

Para su construcción se realizará un extendido de las tierras desmontadas de la mota retirada, junto con el material necesario, que se compensa con el material de la mota de la margen izquierda. La sección tipo en esta margen debe disponer de un talud tendido y revegetado hacia el cauce y que discurra en planta próxima al edificio sanitario y de residencia de mayores, permitiendo el paseo desde su coronación.

La longitud estimada a desmontar es de 340 m. y su nueva localización genera una ganancia de espacio de entre 65 y 80 m., de tal modo que las avenidas del Júcar dispongan de una mayor movilidad para realizar los procesos naturales de laminación, erosión y sedimentación.

La longitud total de extendido y compactación de tierras será de 285 m., con un volumen estimado de tierras de 6.570 m<sup>3</sup>, compensado con el desmonte de la mota junto al cauce en ambas márgenes.

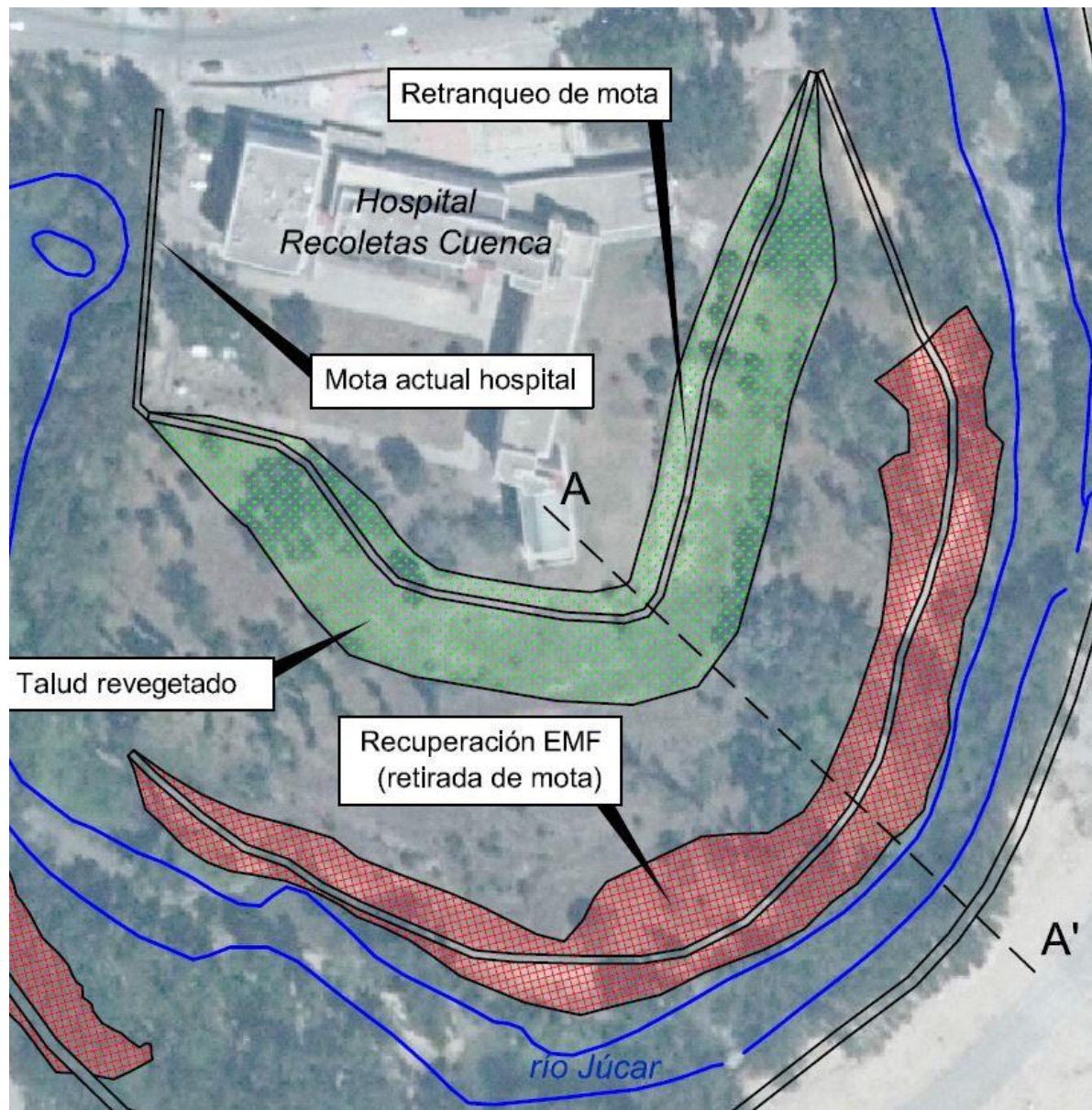


Fig. 21. Planta de la intervención

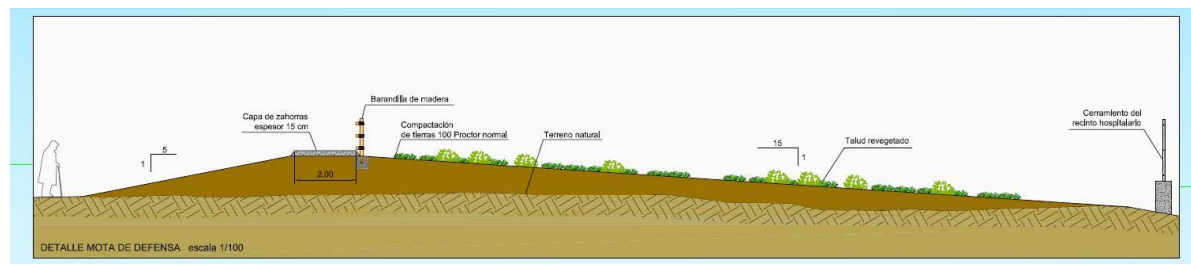


Fig. 22. Sección tipo de la intervención



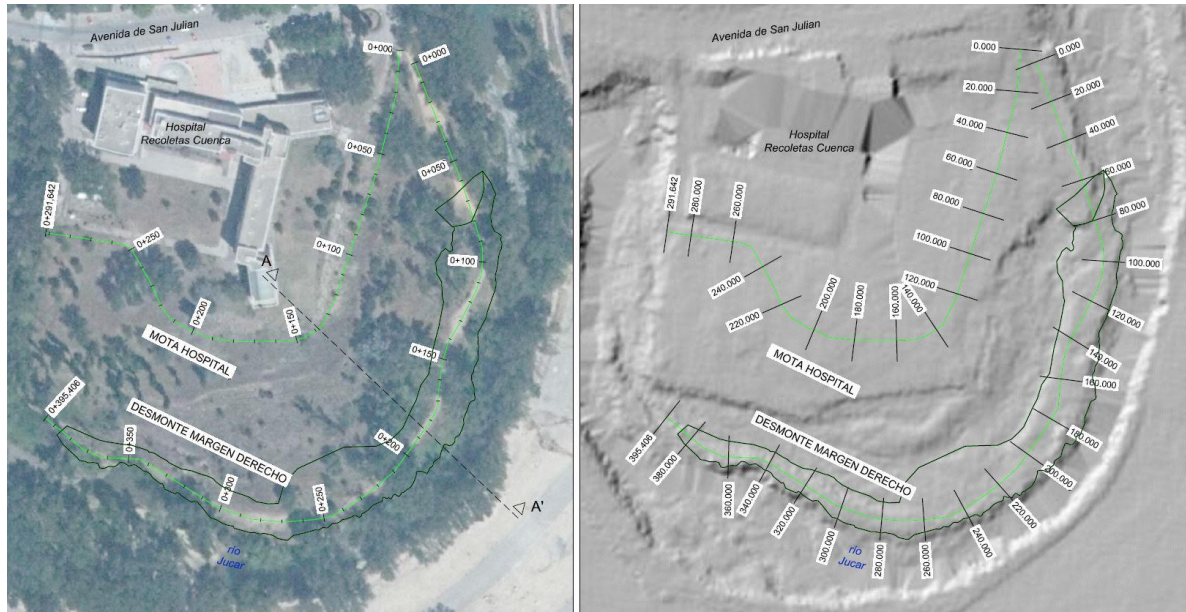


Fig. 23 Plantas con cotas altimétricas de motas planteadas.

Son recomendables además otras intervenciones en el entorno de la parcela, como son:

**Mota de emergencia existente:** Revisar su estado de conservación. En caso que ser necesario, se deberá consolidar, mejorar e incrementar la altura de la mota hasta la cota + 904,40 m. para garantizar la continuidad entre ambas y la defensa para un periodo de retorno de 25 años. Esta operación debe acompañarse de una franja interior de drenaje y bombeo, paralela a ambas motas en todo su recorrido.

**Vegetación:** Mantener y podar la vegetación y arbolado de ribera en mal estado. Talar y retirar los ejemplares muertos.

**Red de Saneamiento:** Instalar válvulas anti-retorno en cada acometida del sistema de evacuación de aguas fecales a los colectores de la red de saneamiento. De esta manera se evita la posibilidad de retorno de estas aguas hacia el interior del edificio en planta semisótano -1 por. Esta medida se puede complementar con la creación de un depósito de aguas fecales autónomo y la derivación de las aguas pluviales para permitir el uso de esta red durante episodios de inundación o fuertes lluvias.

### 3.2. Parcela

**Cerramiento:** Conviene reponer el vallado de la parcela, situándolo en el perímetro exterior de la nueva mota de defensa, y formado por postes metálicos y cerramiento de vallado permeable (malla metálica).

**Elementos en parcela:** Es necesario elevar el depósito de oxígeno hasta alcanzar la cota + 904,40 m., o disponer de un cerramiento estanco que proteja al mismo hasta dicha cota de coronación.

**Proteger puntos vulnerables:** Para ello se pueden incorporar elementos verticales de contención de aguas (muretes) hasta alcanzar la cota + 904,00 m., superior a la cota de afección para un período de retorno de 25 años (+903,94 m.). Estas barreras puntuales actúan conjuntamente con la nueva mota retranqueada, cuya cota de coronación es de +904,40 m., y su altura permite minimizar el impacto de dichos elementos sobre la edificación, manteniendo una cota de seguridad.

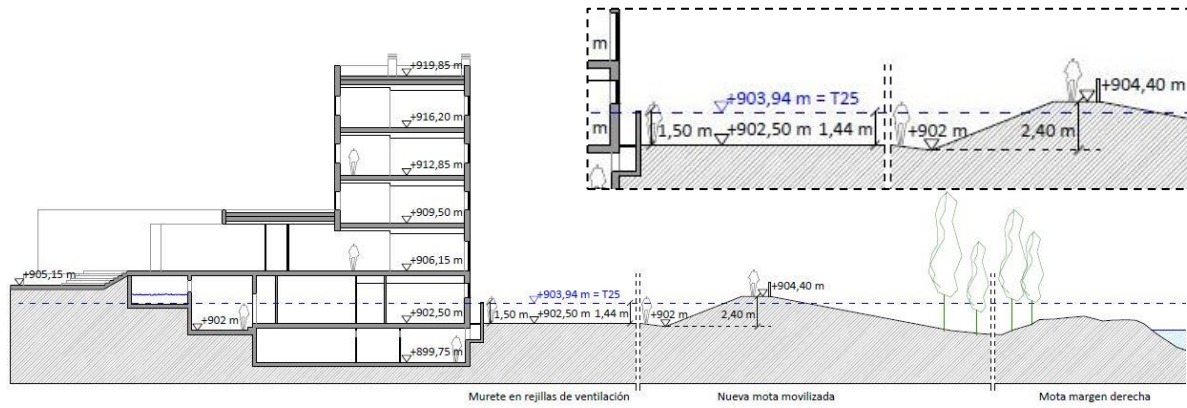


Fig. 24 Sección General de la Intervención

De igual manera, las dos rejillas de ventilación situadas en el pavimento exterior, a cota de planta semisótano -1 y que afectan al sótano -2 pueden ser protegidas con una protección perimetral de 1,5 m de altura, que alcance la cota + 904,00 m.



Fig. 25 Murete de protección de rejilla hospital y residencia.

**Rampas de garaje:** La protección de las rampas 1, 2 y 3 de acceso a garaje en planta sótano -2 de hospital y residencia, así como planta semisótano -1 se puede realizar mediante la instalación de barreras temporales de contención, integradas en el pavimento o de colocación esporádica. Para ello es necesario, en todo caso, elevar los muretes contiguos hasta alcanzar ambas la cota + 904,00 m.



Img.16. Barrera temporal de contención. Compuerta neumática.



### 3.3. Edificación

#### Planta sótano S-2

La entrada de agua a través de las rejillas de ventilación en pavimento de la planta superior se soluciona con la construcción de muretes anteriormente propuestos. Sin embargo, es necesario mejorar el sistema de canalización y bombeo de agua para mitigar las filtraciones puntuales de agua proveniente del terreno a través de suelo y muros. La solución idónea sería impermeabilizar el muro por su cara exterior, especialmente en la cara en contacto con el terreno adyacente al río, pero su elevado coste y complejidad de ejecución, así como la interferencia con la actividad del centro hacen descartar dicha posibilidad.

El riesgo de entrada de agua en esta planta, tanto desde puntos vulnerables como por saturación de la red de saneamiento, hace que resulte muy recomendable el traslado del Cuadro General de Baja Tensión (CGBT) a plantas superiores. La electricidad de la totalidad del edificio se vería comprometida en caso de inundación de esta planta, inutilizando los servicios vitales del centro. El traslado de dicho CGBT debe al menos considerar superar la cota 904,00.

De igual manera, todas las instalaciones que impliquen inoperancia de servicios vitales deben ser trasladadas por encima de la cota 904,00 (y por tanto en una planta diferente). Conviene por tanto trasladar los aparatos de clima de quirófanos, depósitos de ACS y AFS, grupos de bombeo y resto de instalaciones vitales.

Finalmente es recomendable instalar detectores de inundación y avisadores en esta planta.

#### Planta semisótano S-1

Los accesos de servicio y salidas secundarias que se producen por esta planta deben quedar protegidos, conforme a las indicaciones descritas en el apartado de parcela. Una solución viable en las puertas de acceso consiste en instalar barreras temporales metálicas hidráulicas integradas en el pavimento, o esperas para barreras temporales, acopiadas en lugar accesible en caso de inundación.



Img.17. Barreras metálica hidráulica y esperas de barreras temporales.

Por otro lado, el recinto que alberga el centro de transformación y el grupo electrógeno (además de los aljibes) incluye una barrera temporal en el arranque de la rampa 3, pero dada su relevancia para el funcionamiento del complejo hospitalario (y parte de parcelas adyacentes), es conveniente considerar la posibilidad de su traslado a una cota superior.

### Fachadas en planta semisótano 1

Los huecos de fachada de esta planta representan también un punto vulnerable ante na inundación. Es recomendable reducir las aberturas (puertas hasta suelo en hospital, y fachada de residencia a jardín).

Una posible solución es la incorporación de un antepecho macizo de protección (ladrillo u hormigón) de 1,10 m. altura, correspondiente a la cota + 903,60 m., suplementado con un paño de vidrio resistente al empuje de agua y no practicable hasta la cota 904,00 m. Por encima de este vidrio resistente se podrá colocar una carpintería practicable que permita mantener el uso actual.

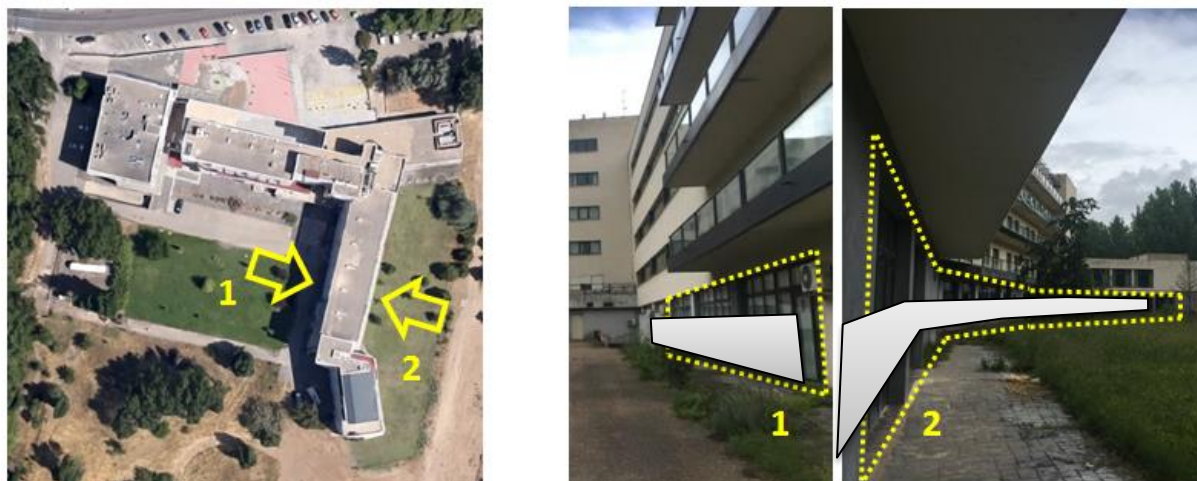


Fig. 26 Murete de protección en fachada residencia.

## **4. VALORACIÓN ECONÓMICA**

La cuantificación económica de las medidas a implantar dependen del riesgo que se considere y del alcance con que se diseñen.

Para obtener una estimación económica se sigue el procedimiento reflejado en la [“Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones”](#), editada por: el Ministerio de Agricultura y Pesca, Alimentación y Medioambiente; el Ministerio de Economía, Industria y Competitividad; y el Consorcio de Compensación de Seguros. En su [“Apéndice 3”](#) recoge un ejemplo teórico de plan de acción para una vivienda, incluyendo su valoración económica.

El cálculo se realiza mediante la consideración de diferentes hipótesis de riesgo, atendiendo a los periodos de retorno de la inundación (10-100-500 años) y la altura que ésta puede alcanzar. El alcance económico de las pérdidas se estima según la entrada de agua al interior y la afección al edificio interior y exterior, así como las consecuencias en la actividad y contenido del edificio que el episodio puede generar. Conocidos estos condicionantes, se plantean diferentes alternativas preventivas de intervención para los escenarios, con su coste de ejecución asociado, que contrapuesto a las pérdidas, permite determinar la alternativa con relación coste/beneficio más adecuada.



En el caso del Complejo hospitalario-residencial, los condicionantes considerados son 10/25/100 y 500 años de periodo de retorno. Los gastos de reparaciones y reposiciones tras la inundación incluyen daños en el edificio, equipamiento y actividad. Y las alternativas de intervención toman como punto de partida de la nueva mota de protección, a la que suplementar diferentes barreras de protección; o la incorporación de medidas complementarias en el exterior e interior del edificio.

Los valores que se han considerado en el diseño de la nueva mota indican que las alturas que cada periodo alcanza las siguientes cotas:

Las cotas de lámina de agua alcanzada en la mota del hospital y en el del pabellón del recinto ferial son las siguientes:

	Punto de control	T 5	T 10	T 25	T 50	T 100	T 500
5	Recinto ferial (pabellón)	902.62	903.17	<b>903.96</b>	904.30	904.68	905.23
6	Margen derecha (hospital 1)	-	903.17	<b>903.94</b>	904.26	904.62	905.14
7	Margen derecha (hospital 2)	902.32	902.98	<b>903.83</b>	904.16	904.55	905.06

Considerando un resguardo de 40 cm para los valores de protección a alcanzar para 25 años de periodo de retorno se establecen las siguientes alturas medias para las estructuras proyectadas:

-	Mota hospital	
	Cota base	902.00 msnm
	Cota de protección	904.40 msnm
	Altura media obra	2.40 m

Estos datos ya indican que la intervención más adecuada es la superposición de barreras de protección a la mota prevista, con altura diferente para el periodo 100 o 500 años.

Los daños que la inundación podría generar, son de manera estimada:

Renovación paramentos + Pintura	57.897,56 €
Sustitución en pavimentos	124.440,72 €
Sustitución cableado eléctrico y luminarias	93.177,15 €
Sustitución equipos ACS	36.356,01 €
Sustitución vidrio	36.600,10 €
Sustitución carpintería metálica	47.910,16 €
Sustitución F.T.	53.686,33 €
Reparación red saneamiento	285.079,65 €
Sustitución extracción humos garaje	46.641,56 €
Sustitución bomba circulación ACS	2.800,00 €
Limpieza moho y eflorescencias	22.311,20 €
Sustituir puertas met. Y madera	20.617,00 €
Sustitución equipo clima	27.298,33 €
Mobiliario hospitalario	40.300,00 €
Mobiliario residencial	25.000,00 €
<b>TOTAL REPARACIONES E INTERVENCIONES NECESARIAS</b>	<b>920.115,77 €</b>

El coste estimado de las barreras de protección, atendiendo a las alturas a proteger (40 cm y 150 cm) queda reflejado en la siguiente tabla, donde además se incluye la variable de medidas preventivas en caso de no realizarse la nueva mota de protección.

		T10	T25	T100	T500	PROGRAMA ACTIVIDAD	ELEMENTOS AFECTADOS
ALTURA DE AGUA	peligrosidad grave	0,40	1,50	1,80	2,70		
	peligrosidad leve	-	-	-	0,30		
COTAS	sin mota *	903,17*	903,94*	904,62	905,14		
	con nueva mota	904,40		904,62	905,14		
AFECCIÓN	Pl. -2 (+899,75)	x*	x*	X	X	salas de instalaciones, farmacia, lavandería, mortuorio	guarnecido y enlucido + pintura, pavimentos, F.T., cableado eléctrico, CT, CGBT, equipos de ACS y clima, bombas
	Pl. -1 (+902,50)	x*	x*	X	X	quirófano, reanimación, resonancia, rayos, esterilización, CT, grupo electrógeno y aljibes	recirculación, red saneamiento, conductos ventilación, carpintería metálica (ventanas, puertas)
	Pl. Baja (+906,15)	-	-	-	-	-	-
	Pl. 1 (+909,50)	-	-	-	-	-	-
	Pl. 2 (+912,85)	-	-	-	-	-	-
	Pl. 3 (+916,20)	-	-	-	-	-	-
COSTE DAÑOS	Daños materiales	920.115,77 €		920.115,77 €			
	Inutilización de servicios (estimado)	30.000 €/semana		30.000 €/semana			
COSTE MEDIDAS	Opción 1.	-	-	792.329,37 €	2.971.338,33 €		
	Barreras en mota	-	-	h=0,40m	h=1,50m		
	Opción 2. Medidas preventivas (sin mota *)	197.251,00 €	197.251,00 €	-			


MEDIDAS PREVENTIVAS (SIN MOTA)	
Muretes de 150 cm, hormigón armado, espesor 25 cm y cimentación zapata corrida (rejillas).	6.300,00 €
Vallado perimetral malla metálica.	13.800,00 €
Traslado y conexión Centro de Transformación.	26.000,00 €
Traslado CGBT.	6.000,00 €
Válvulas antirretorno en red de saneamiento.	10.500,00 €
Compuertas hidráulicas 150 cm. empotradas en suelo (3ud).	90.651,00 €
Murete 150 cm. Bloque de hormigón enfoscado e impermeabilizado (295m).	7.500,00 €
Carpintería y vidrio 40 cm altura, resistente a presión hidráulica.	6.000,00 €
Poda y mantenimiento arbolado.	3.000,00 €
Elevación instalación de clima y ACS.	5.000,00 €
Depósito fecales secundario.	15.000,00 €
Detectores de inundación planta S-2	500,00 €
Elevación depósito de oxígeno 150 cm.	7.000,00 €
	<b>197.251,00 €</b>

La conclusión de estos datos es que la nueva mota protege para las avenidas de 10 y 25 años, pero es necesario acometer medidas complementarias para garantizar la protección a 100 y 500 años, con valores estimados menores a los daños previstos en la avenida de 100 años, pero mayores para avenidas de 500 años.

A título informativo se incluyen los costes de medidas preventivas en caso de ausencia de mota, para los periodos 10 y 25 años, representados además en el esquema resumen.



**5. RESUMEN DE ACTUACIONES**



Colapso de red de saneamiento y entrada de agua en planta S-1 del Hospital.

Entrada de agua por rejillas de pavimento S-1.

**PROPUESTA** Instalación de válvulas anti-retorno en acometidas del sistema de evacuación de fecales a colectores de la red de saneamiento.

**PROPUESTA** Protección de las rejillas con la construcción de murete de h=1,5 m. (cota +904,00 m.)

Mota existente en buen estado aparente.

**PROPUESTA** Revisar estado de conservación, elevar coronación hasta cota + 904,40 m. y conectar con nueva mota prevista.

Depósitos de oxígeno vulnerables. Plataforma por debajo del nivel de inundación.

**PROPUESTA** Elevar depósito de oxígeno hasta cota +904,40 m. o proteger perímetro.

Mota margen derecha muy próxima al río .

**PROPUESTA** Retranqueo y naturalización de la mota

Rampas 1, 2 y 3: Puntos de posible entrada de agua a plantas S-2 y S-1.

**PROPUESTA** Instalación de barreras temporales de contención de agua integradas en pavimento y muretes hasta cota +904,00 m.

Cerramiento parcela en mal estado.

**PROPUESTA** Reponer cerramiento parcela en el límite exterior de la nueva mota.

Vegetación y arbolado en mal estado. Riesgo para la edificación por caída, arrastre o impacto sobre las fachadas

**PROPUESTA** Mantenimiento y poda de la vegetación y arbolado en mal estado.

Aberturas en fachada con cerramiento de vidrio, vulnerables a entrada de agua y rotura por presión hidrostática o impactos.

**PROPUESTA** Instalación de barreras temporales metálicas hidráulicas integradas en pavimento.

Aberturas en fachada con cerramiento de vidrio, vulnerables a entrada de agua y rotura por presión hidrostática o impactos.

**PROPUESTA** Construir un antepecho de 1,10 m. de altura (cota + 904,00 m.) y minimizar paños de vidrio a una ventana corrida de 80 cm de alto, de la cual los 40 cm inferiores serán de vidrio resistente a empujes hidrostáticos

Filtraciones en planta S-2 de agua desde terreno a través de suelo y muros. Existe sistema de canalización hacia punto de bombeo

**PROPUESTA** Mejorar sistema de canalización y bombeo; trasladar instalaciones vitales a plantas superiores y elevar resto de instalaciones.

Rampas 3: Posible entrada de agua a instalaciones de planta S-1

**PROPUESTA** Instalación de barreras temporales de contención de agua integradas en pavimentos y elevar muretes contiguos hasta la cota + 904 m

Azoteas y terrazas situadas por encima de la cota máxima de inundación.

**PROPUESTA** Mejorar y adaptar accesos a cubiertas para posibilitar evacuación.

Riesgo de entrada de agua en recintos de Centro de Transformación y Grupo Electrógeno.

Colapso de red de saneamiento y entrada de agua en planta S-1 del Hospital.

**PROPUESTA** Traslado de estos recintos a la plantas superiores.

**PROPUESTA** Instalación de válvulas anti-retorno en acometidas del sistema de evacuación de fecales a colectores de la red de saneamiento.