

ADAPTACIÓN AL RIESGO DE INUNDACIÓN EDIFICACIONES

CASO PILOTO

MONASTERIO DE SANTA MARÍA DE HUERTA (SORIA)



Mayo 2020

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN

- Marco geográfico
- Marco normativo
- Marco estratégico

2. ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA

- Episodios recientes
- Escalas de intervención

3. FICHA DE LA EDIFICACIÓN

4. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

5. PELIGROSIDAD POR INUNDACIÓN

- Procedencia del agua
- Principales puntos de entrada de agua
- Daños potenciales

6. PROPUESTAS DE ADAPTACIÓN

- Medidas generales de autoprotección
- Mitigación de daños en la edificación
- Mitigación de daños en el contenido
- Sistemas urbanos de drenaje sostenible

7. POSIBLES FUENTES DE FINANCIACIÓN DE ESTRATEGIAS INTEGRALES

8. RESUMEN DE MEDIDAS

9. VALORACIÓN ECONÓMICA

10. REFERENCIAS

1. INTRODUCCIÓN

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 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 del Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico ha desarrollado, entre otras, la guía de “*Recomendaciones para la construcción y rehabilitación de edificaciones en zonas inundables*”.

El presente documento constituye la aplicación de los conceptos de esta guía al Monasterio de Santa María de Huerta (Soria), ejemplo de arquitectura cisterciense construido entre los siglos XII y XVI, declarado Bien de Interés Cultural con la categoría de monumento.



Fig. 01: Inundación en el Monasterio de Santa María de Huerta en septiembre de 2018. Monasteriohuerta.org

- **Marco geográfico**

El municipio de Santa María de Huerta cuenta con una población de 267 habitantes (INE, 2018) y está situado en el límite sureste de la provincia de Soria, a 85 km de la capital. Su clima es de tipo mediterráneo continentalizado, con precipitaciones concentradas en otoño y primavera. La localidad está atravesada por el río Jalón, afluente del Ebro, y por diversos barrancos que lo alimentan por su margen derecha, cuyo caudal experimenta incrementos súbitos ante fenómenos de precipitación extraordinarios.

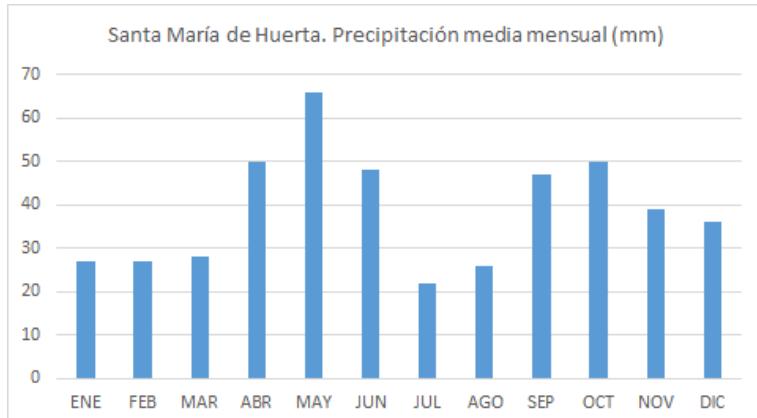


Fig. 02: Pluviograma de Santa María de Huerta (Estación: Molina de Aragón). Precipitación media anual: 468 mm. AEMET 1981-2010

- **Marco normativo**

- **La Directiva de Inundaciones** (Directiva 2007/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2007, relativa a la evaluación y gestión de los riesgos de inundación), tiene por objetivo “*establecer un marco para la evaluación y gestión de los riesgos de inundación, destinado a reducir las consecuencias negativas para la salud humana, el medio ambiente, el patrimonio cultural y la actividad económica, asociadas a las inundaciones*”. Por ello, exige que todos los Estados miembros cuenten con cartografía de peligrosidad y de riesgos de inundación, herramientas tanto para la gestión del riesgo como para la ordenación territorial en general. Por otra parte, la **Directiva Hábitats** y la **Directiva Marco del Agua** ofrecen un amplio escenario de complementariedad para una gestión integrada del riesgo de inundación.



Fig. 03: Entorno del Monasterio de Santa María de Huerta: peligrosidad T=500. SNCZI. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.



Fig. 04: Entorno del Monasterio de Santa María de Huerta: riesgo a las actividades económicas y puntos de especial importancia T=500. SNZCI. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

- **El Real Decreto 903/2010, de 9 de julio**, de evaluación y gestión de riesgos de inundación, es la transposición al ordenamiento jurídico español de la Directiva 2007/60/CE. Especifica las características generales que deberán tener los mapas de peligrosidad y de riesgos de inundación, y establece cuál debe ser el contenido de los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRIs). Asimismo, delimita dos figuras clave en la legislación hidráulica: la zona de flujo preferente y la zona inundable. Posteriormente, el **Real Decreto 638/2016, de 9 de diciembre**, por el que se modifican, entre otros, el Reglamento del Dominio Público Hidráulico y el Reglamento de Planificación Hidrológica, identifica actividades vulnerables frente a avenidas, limita los usos del suelo en función de la situación respecto al río y establece nuevos criterios a la hora de autorizar las distintas actuaciones.

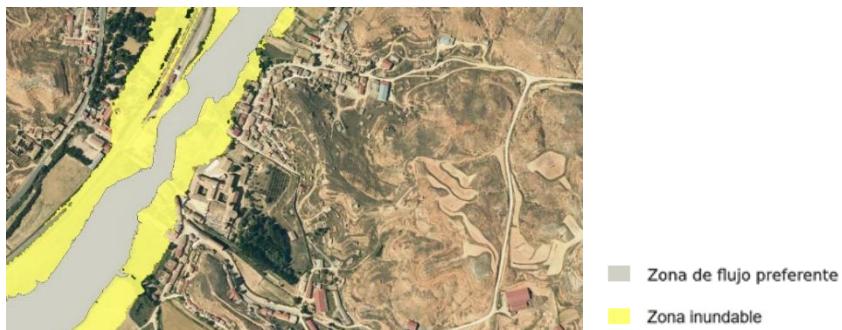


Fig. 05: Entorno del Monasterio de Santa María de Huerta: zona de flujo preferente y zona inundable. SNCZI. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.

- **Los Planes de Gestión del Riesgo de Inundación (PGRI)** son los documentos de referencia para la administración y la sociedad en general en la gestión de avenidas, y suponen la última fase de implantación de la Directiva 2007/60/CE. Su contenido esencial es el programa de medidas. Para la Demarcación Hidrográfica del Ebro en 2016 se definieron las siguientes:

MEDIDA RD 903/2010	MEDIDA PGRI D.H. EBRO
Medidas de restauración fluvial y medidas para la restauración hidrológico-agroforestal	<ul style="list-style-type: none"> Programa de mantenimiento y conservación de cauces Programa de mantenimiento y conservación del litoral Medidas en la cuenca: restauración hidrológico-forestal y ordenaciones agrohidrológicas Medidas en cauce y llanura de inundación: restauración fluvial, incluyendo medidas de retención natural de agua y reforestación de riberas Medidas de restauración de la franja costera y de la ribera del mar
Medidas de mejora del drenaje de infraestructuras lineales	<ul style="list-style-type: none"> Mejora del drenaje de infraestructuras lineales: carreteras, ferrocarriles
Medidas de predicción de avenidas	<ul style="list-style-type: none"> Elaboración de estudios de mejora del conocimiento sobre la gestión del riesgo de inundación: leyes de frecuencia de caudales, efecto del cambio climático, modelización de los riesgos de inundación y su evaluación, etc. Normas de gestión de la explotación de embalses que tengan un impacto significativo en el régimen hidrológico Medidas para establecer o mejorar los sistemas de alerta meteorológica incluyendo los sistemas de medida y predicción de temporales marinos Medidas para establecer o mejorar los sistemas medida y alerta hidrológica
Medidas de protección civil	<ul style="list-style-type: none"> Medidas para establecer o mejorar la planificación institucional de respuesta a emergencias de inundaciones a través de la coordinación con Planes de Protección Civil Medidas para establecer o mejorar los protocolos de actuación y comunicación de la información Medidas para establecer o mejorar la conciencia pública en la preparación para las inundaciones, para incrementar la percepción del riesgo de inundación y de las estrategias de autoprotección en la población, los agentes sociales y económicos Planes de Protección Civil: acciones de apoyo a la salud, asistencia financiera, incluida asistencia legal, así como reubicación temporal de la población afectada Evaluación, análisis y diagnóstico de las lecciones aprendidas de la gestión de los eventos de inundación
Medidas de ordenación territorial y urbanismo	<ul style="list-style-type: none"> Ordenación territorial: limitaciones a los usos del suelo en la zona inundable, criterios empleados para considerar el territorio como no urbanizable y criterios constructivos exigidos a las edificaciones situadas en zona inundable Urbanismo: medidas previstas para adaptar el planeamiento urbanístico Reordenación de los usos del suelo en las zonas inundables haciendolos compatibles con las inundaciones (relocalización o retirada de actividades/installaciones vulnerables) Medidas para adaptar elementos situados en las zonas inundables para reducir las consecuencias adversas en episodios de inundaciones en viviendas, edificios públicos, redes, etc.
Medidas para promocionar los seguros	<ul style="list-style-type: none"> Promoción de seguros frente a inundación sobre personas y bienes, incluyendo los seguros agrarios
Medidas estructurales y estudios coste-beneficio que las justifican	<ul style="list-style-type: none"> Medidas estructurales para regular los caudales, tales como la construcción y/o modificación de presas exclusivamente para defensa de avenidas Medidas estructurales (encauzamientos, motas, diques, etc.) que implican intervenciones físicas en los cauces y áreas propensas a inundaciones Medidas que implican intervenciones físicas para reducir las inundaciones por aguas superficiales, por lo general, aunque no exclusivamente, en un entorno urbano, como la mejora de la capacidad de drenaje artificial o sistemas de drenaje sostenible (SuDS) Obras de emergencia para reparación de infraestructuras afectadas, incluyendo infraestructuras sanitarias y ambientales básicas

Fig. 06: Correlación entre las medidas generales del RD 903/2010 y las establecidas en el PGRI Ebro.

- **Marco estratégico**

- **El Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030** es un documento internacional adoptado por los países de la ONU en 2015 durante la Conferencia Mundial sobre Reducción de Riesgo de Desastres, que promueve un aumento global de la resiliencia ante los desastres a través de cuatro prioridades de acción:

- *Comprender el riesgo de desastres.*
- *Fortalecer la gobernanza del riesgo de desastres para gestionar dicho riesgo.*
- *Invertir en la reducción del riesgo de desastres para la resiliencia.*
- *Aumentar la preparación para casos de desastre a fin de dar una respuesta eficaz y para "reconstruir mejor" en los ámbitos de la recuperación, la rehabilitación y la reconstrucción.*

El plan establece la necesidad urgente y fundamental de prever el riesgo de desastres, planificar medidas y reducirlo para proteger de manera más eficaz a las personas, las comunidades y los países, sus medios de subsistencia, su salud, sus activos socioeconómicos, sus ecosistemas y su patrimonio cultural, reforzando así su resiliencia.

- **El Plan Nacional de Emergencias y Gestión de Riesgos en Patrimonio Cultural**, aprobado en 2015 en el Consejo de Patrimonio Histórico y coordinado por el Instituto de Patrimonio Cultural de España, se concibe con tres objetivos fundamentales:

- *Diseñar medidas o procedimientos para la prevención y protección del patrimonio cultural ante la posibilidad de que se produzca una catástrofe.*
- *Establecer para estos casos una metodología de actuación para minimizar los daños que se pudieran producir.*
- *Diseñar los instrumentos de actuación y los mecanismos de coordinación con las distintas instituciones que intervienen en las situaciones de emergencia y que afectan a la seguridad de las personas y de los bienes, de acuerdo a lo establecido en la Ley 2/1985 sobre Protección Civil.*

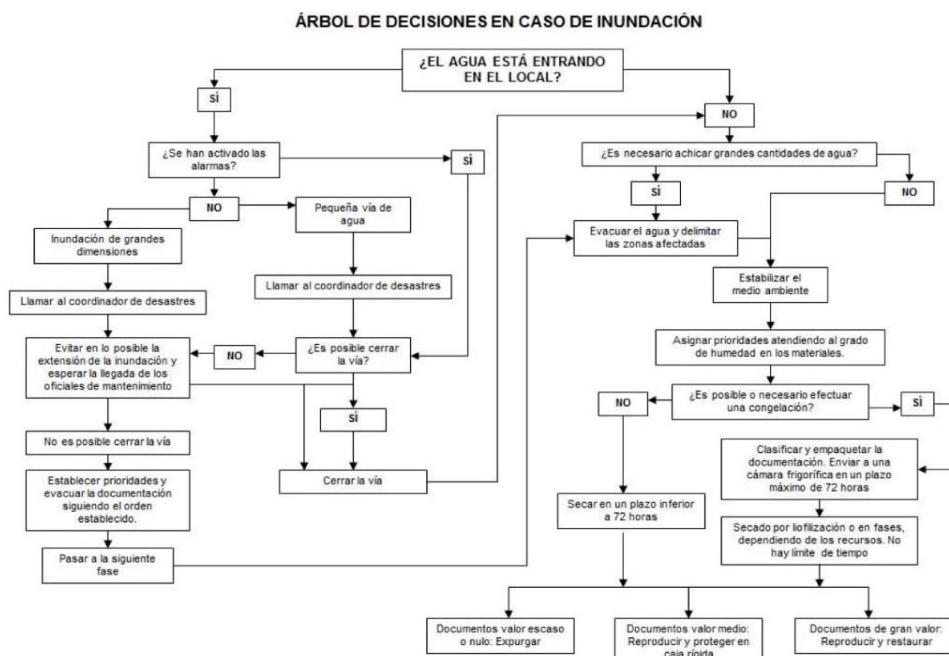


Fig. 07: Plan Nacional de Emergencias y Gestión de Riesgos en Patrimonio Cultural (Anexo 6): árbol de decisiones en caso de inundación.

El Plan establece que las actuaciones en el patrimonio cultural deben diseñarse bajo criterios de sostenibilidad, por lo que las iniciativas para promover su conservación no pueden ceñirse a acciones cuyo objetivo sea únicamente subsanar los efectos que produce el paso del tiempo, sino que es preciso apostar por la implantación de medidas preventivas. En este sentido, se concibe como un instrumento pluridisciplinar de gestión integral para la programación de acciones preventivas, el fomento del conocimiento, la formación de técnicos y la difusión del patrimonio cultural.

Tal y como indica el Plan, las regulaciones europeas sobre emergencias en patrimonio, configuran un conjunto de recomendaciones que por ahora no han tenido una trasposición legislativa en los estados miembros. Es importante destacar la Resolución de Vantaa, *Hacia una Estrategia Europea sobre Conservación Preventiva*, adoptada en 2000, por la trascendencia que ha tenido en el ámbito de la conservación en Europa y por el cambio conceptual que supone, al reconocer la prevención como la vía más segura y sostenible para la protección del patrimonio.

- **La Agenda 2030**, adoptada por los líderes mundiales en la Cumbre para el Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas celebrada en Nueva York en 2015, incluye 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible y 169 metas. La resiliencia ejerce un papel central en este nuevo paradigma hacia un modelo de desarrollo sostenible social, económica y ambientalmente que España debe desarrollar en virtud de su Agenda 2030. Si bien surgen desde una visión universal, indivisible e interrelacionada, cuatro de los objetivos hacen referencia directa al riesgo de inundación:



Fig. 08: Objetivos de desarrollo sostenible 6, 11, 13 y 15. Organización de las Naciones Unidas.

- **La Agenda Urbana Española**, presentada por el Ministerio de Fomento en 2019, persigue el logro de la sostenibilidad en las políticas de desarrollo urbano a través de un Decálogo de Objetivos Estratégicos desplegados en 291 líneas de actuación, y se inspira en la Nueva Agenda Urbana, impulsada en la Conferencia de Naciones Unidas sobre la Vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible “Hábitat III” celebrada en Quito en 2016, que plantea un compromiso por trabajar a favor de un nuevo paradigma urbano orientado a la sostenibilidad. Entre sus objetivos estratégicos figura “*Prevenir y reducir los impactos del cambio climático y mejorar la resiliencia*”.



Fig. 09: Objetivos estratégicos de la Agenda Urbana Española. Ministerio de Fomento.

2. ANTECEDENTES Y PROBLEMÁTICA

El Monasterio de Santa María de Huerta es un elemento fundamental en el patrimonio cultural soriano y castellano leonés. Supone asimismo un eje importante para el desarrollo económico de este territorio rural fuertemente afectado por las dinámicas de despoblación. Visitado cada año por unas 20.000 personas, su valor turístico se incrementa por la producción y manufactura de elementos artesanales y al constituir una pieza central entre los diferentes conjuntos monumentales e itinerarios culturales de la zona.

Su ubicación, al igual que la de muchos otros monasterios, en fondo de valle y a favor de la corriente de agua, ha propiciado numerosas inundaciones históricas, y la presencia de humedad es constante debido a la elevación del terreno circundante. Por ello, se han implementado desde la antigüedad diversos trabajos de saneamiento con los que alejar el agua de sus muros.

Desde la antigüedad, y a consecuencia de fenómenos pluviométricos muy localizados, se produce en Santa María de Huerta el incremento repentino del caudal de los barrancos que alimentan el río Jalón a su paso por la localidad, generando “inundaciones relámpago” o “barrancadas” recurrentes, que provocan importantes daños en el núcleo urbano.

Adicionalmente, las transformaciones del territorio vinculadas a la agricultura y el urbanismo han incrementado la vulnerabilidad de Santa María de Huerta ante el riesgo de inundación, situación que se ve agravada en la actualidad por los efectos del cambio climático.

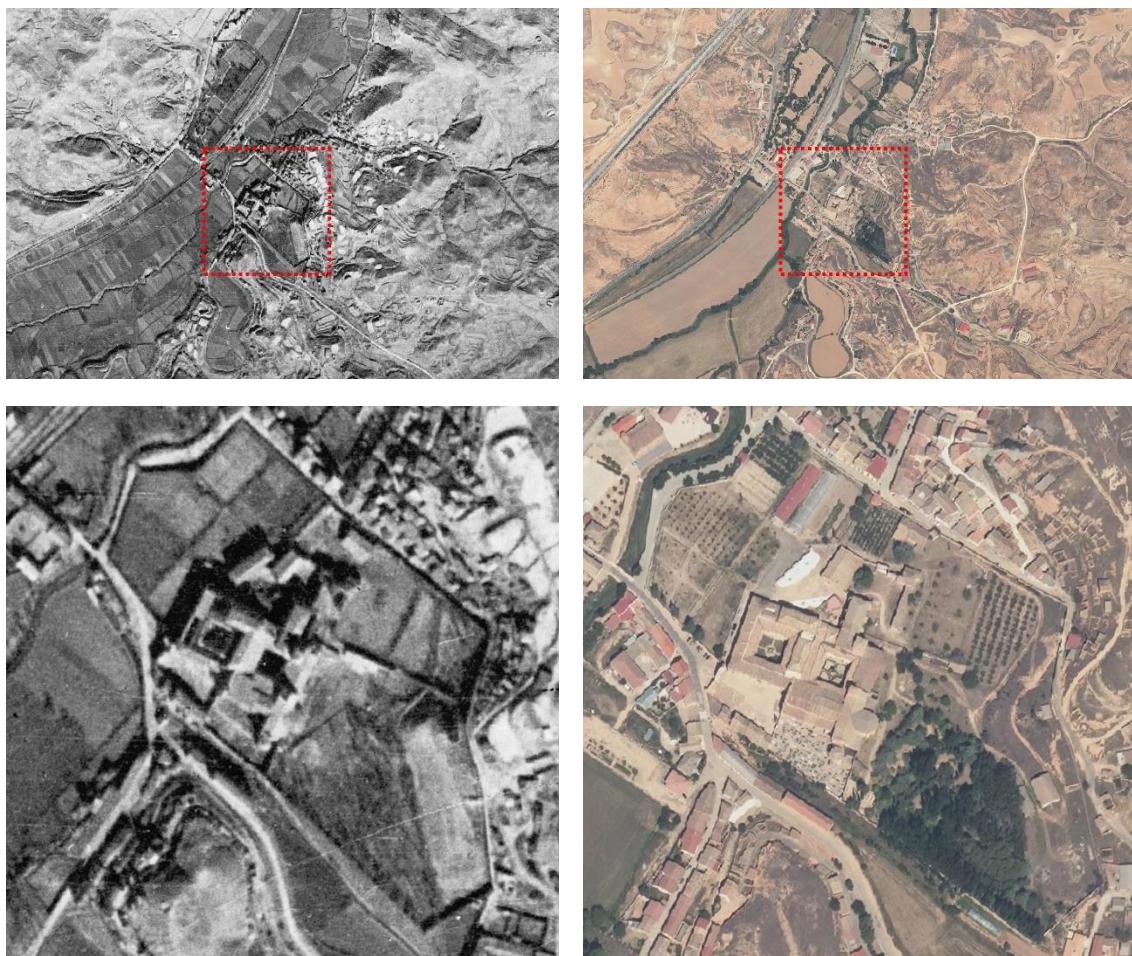


Fig. 10: Comparativa Vuelo Americano Serie A 1945-1946 y PNOA 2017. Instituto Geográfico Nacional.

- **Episodios recientes**

En los últimos años, el Monasterio de Santa María de Huerta ha sufrido dos inundaciones que han generado importantes daños económicos y materiales, si bien se han registrado desde la antigüedad diversos episodios de gran magnitud, en concreto varios eventos acaecidos a finales del siglo XVIII que afectaron profundamente al edificio y su contenido.

El 23 de junio de 2015, la localidad experimentó una inundación ocasionada por fuertes precipitaciones, ya que los barrancos que alimentan el Jalón en este punto no tuvieron capacidad suficiente para recoger la cantidad de agua caída durante la tormenta. El arrastre de lodos provocó la acumulación de toneladas de barro en diversos tramos del casco urbano, afectando a calzadas y a numerosos bajos de edificios.

En el recinto monástico, debido al empuje y presión del agua, se produjo la rotura de dos paños del cerramiento del cementerio (entrada y salida), provocando daños en varias sepulturas. La zona arqueológica de la plaza de acceso al monasterio se vio igualmente anegada por las aguas y el barro arrastrado. El edificio del monasterio sufrió alguna filtración, pero en esta ocasión, los daños en el interior fueron limitados.



Fig. 11: Inundación de 2015: puntos de entrada y salida del agua en los muros del cementerio. RTVE, 24/06/2015.

El 9 de septiembre de 2018, y tras un evento de menor intensidad en junio del mismo año, una intensa tormenta produjo un nuevo episodio de inundación en la localidad. El muro de encauzamiento del río Jalón se vio afectado, provocando importantes riesgos tanto para los peatones como para la circulación de vehículos. En la vía central del municipio se registraron varias edificaciones afectadas, fundamentalmente plantas bajas destinadas a garajes, trasteros y algún comercio.

En el recinto monástico, tanto el edificio principal como el cementerio resultaron muy afectados debido al colapso del barranco del Tejar, adyacente al recinto monástico, que generó la rotura del muro perimetral en dos zonas (entrada y salida) con la consiguiente irrupción violenta del agua y el arrastre de piedras y otros elementos. En el interior del edificio el agua superó el metro de altura en la iglesia, refectorio, sala de conversos, claustros y otras estancias. Asimismo, la inundación afectó a las obras de acondicionamiento y excavación que se estaban realizando en la denominada sala “De Profundis” y en la zona aledaña en el exterior, y que se encontraban a punto de concluir. Durante la tormenta, además de los monjes que residen en el monasterio, se alojaba en la hospedería un grupo de turistas que tuvo que protegerse en las zonas elevadas.

Concluidas las tareas iniciales más inmediatas en el monasterio (achique, desescombro, eliminación del barro y puesta a salvo de enseres), en las que participaron activamente los vecinos de la localidad, se hizo necesario emprender una serie de reparaciones de carácter urgente en el muro perimetral, en el interior del recinto y en el propio edificio.



Fig. 12: Inundación de septiembre de 2018: rotura del muro adyacente al barranco del Tejar (entrada de agua) y del muro del paseo de la Estacada (salida de agua). Monasteriohuerta.org

A raíz de este episodio, la Junta de Castilla y León comprometió una cuantía global de 1.250.000 euros, de los que 1.100.000 euros se destinaron a reparar, a corto y medio plazo, los daños sufridos en el monasterio, mediante subvención a la comunidad cisterciense: 400.000 euros para actuaciones de emergencia reparadoras, 600.000 euros para reacondicionamiento y puesta en valor, y 100.000 euros para desarrollar un Plan de Emergencia que dotará a los monjes de una serie de instrumentos que permitan una actuación frente a las riadas. Además de estas actuaciones, se destinaron 100.000 euros para la reparación de los daños en el muro de sostenimiento del cauce del río Jalón en el paseo de la Estacada, y 50.000 euros para la reparación del cementerio de la localidad.

- **Escalas de intervención**

El enfoque multiescalar de la resiliencia plantea una interacción entre el sistema social y el sistema ecológico basada en la protección de las actividades humanas y del ecosistema, para mantener la funcionalidad de ambos generando además nuevos beneficios ambientales, económicos y sociales. Se proponen transformaciones lentas a nivel global, complementadas con medidas que reduzcan el riesgo ante eventos para los que, en condiciones actuales, no existe capacidad de respuesta.

- **A escala de cuenca hidrográfica**, la alteración antrópica del paisaje vinculada a la agricultura (reparcelación y eliminación de bancales durante los años 90), así como la ausencia de medidas de reforestación y control de la erosión, en un contexto de terreno arcilloso muy impermeable, son factores que han influido en el comportamiento del agua.

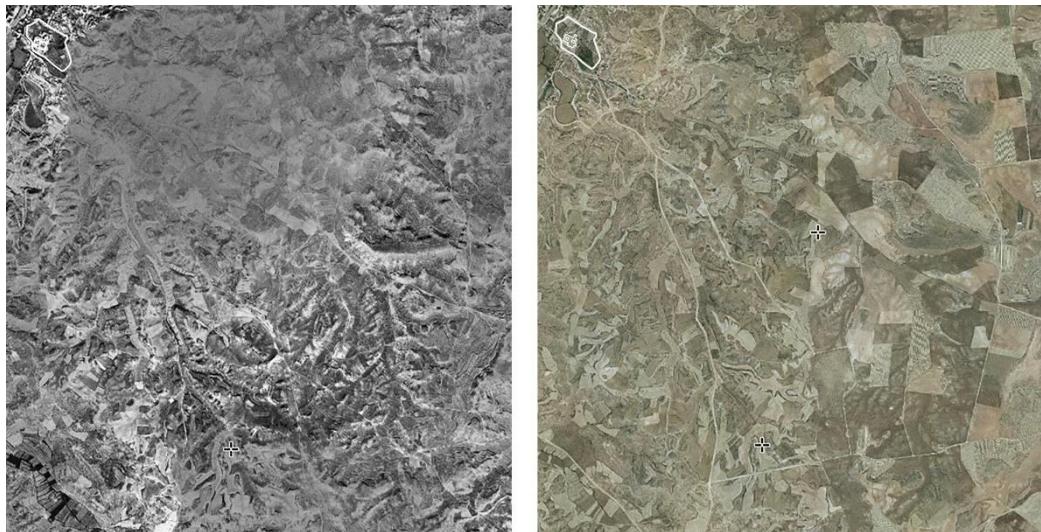
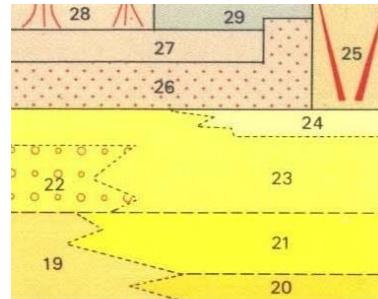
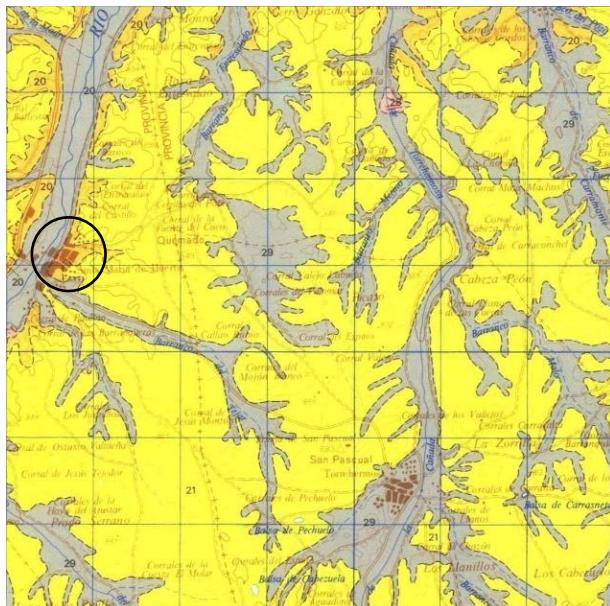


Fig. 13: Comparativa Vuelo Interministerial 1973-1986 y SIGPAC 1997-2003. Instituto Geográfico Nacional.



- 29 Limos, arcillas y gravas: Aluvial
- 28 Limos y gravas. Conos de deyección
- 27 Tobas calcáreas
- 26 Gravas poligénicas: Terrazas
- 25 Conglomerados calcáreos: Glacis
- 24 Calizas y margocalizas
- 23 Arcillas con cantos cuarcíticos
- 22 Conglomerados calcáreos
- 21 Conglomerados, areniscas y arcillas con carbonatos
- 20 Arcillas, areniscas y conglomerados

Fig. 14: Mapa Geológico Nacional (Detalle hoja 436). Instituto Geológico y Minero de España.

A su paso por Santa María de Huerta y en puntos próximos al monasterio, el río Jalón se alimenta del agua procedente de dos cauces de régimen torrencial. Aunque no aportan agua durante la mayor parte del año, continúan siendo un camino natural para la escorrentía, experimentando incrementos súbitos y violentos en momentos puntuales. En concreto, el denominado barranco del Tejar circula adyacente al límite sudoeste del recinto monástico.



Fig. 15: Esquema de la doble vaguada.

- A escala local, existen diversos problemas que requieren importantes operaciones destinadas a devolver espacio a los cauces naturales. Para valorar la viabilidad de estas, es precisa una evaluación rigurosa de los beneficios y costes, incorporando nuevos indicadores cuantitativos y cualitativos desde una perspectiva de gestión integrada. Entre estos problemas destacan la presencia de obstáculos artificiales y las obras hidráulicas de capacidad insuficiente.

El comportamiento irregular de los cauces ha favorecido la ocupación de zonas inundables para diferentes usos urbanos, limitando la superficie del barranco y aumentando la exposición en su llanura de inundación.

Por otra parte, las obras hidráulicas deben estar correctamente dimensionadas y perturbar lo menos posible la circulación del agua. En situaciones de lluvias torrenciales puede producirse su colapso, ya sea porque el caudal desborda su capacidad o porque los residuos sólidos generan su taponamiento, perturbando la circulación del agua, provocando su embalsamiento y desvío, y aumentando su velocidad.

Aguas arriba del monasterio, existe un conjunto de edificios (zona A) que estrechan el cauce del barranco del Tejar, ocupando una ubicación muy vulnerable ante inundaciones. A continuación, la presencia de B (cementerio), C (un conjunto de edificios pertenecientes al recinto monástico) y D (un segundo conjunto de edificios situados fuera del recinto, pero incluidos dentro del entorno de protección) genera un embudo que altera la dinámica del barranco. La acumulación de agua provoca el colapso del muro del recinto monástico, al no estar este dimensionado para resistir su empuje y presión, ni el impacto de los posibles elementos arrastrados.

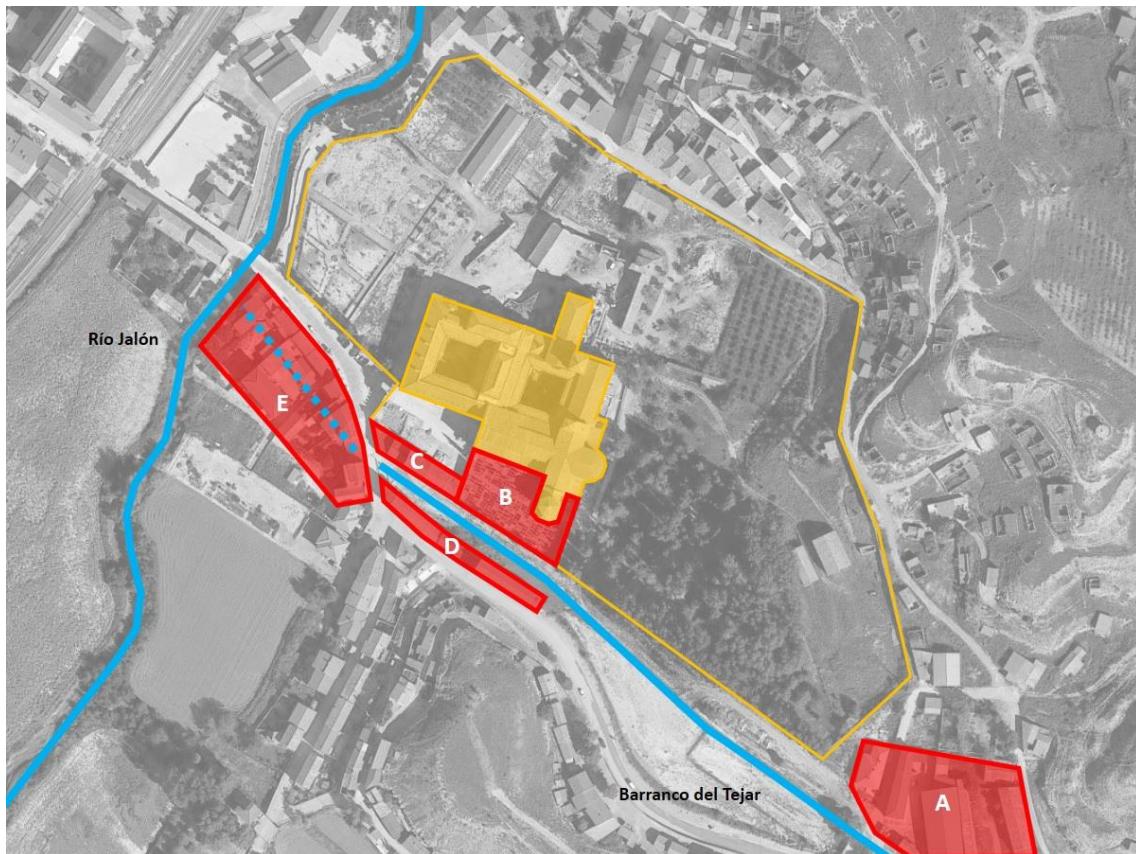


Fig. 16: Esquema de situación.



Fig. 17: Estrechamiento de la zona inundable del barranco del Tejar debido a la presencia del recinto monástico y otras edificaciones.

A su llegada a la calle San Bernardo, diversos edificios residenciales construidos a lo largo del siglo XX (zona E, ver figura 15) obstruyen la libre circulación del agua del barranco del Tejar, que se canaliza subterráneamente en este punto a través de una obra hidráulica de capacidad insuficiente. Ante esta situación, cuando se producen lluvias torrenciales, el caudal del barranco del Tejar se desvía por la propia calle San Bernardo, una de las más afectadas por las inundaciones. En la actualidad, las plantas bajas cuentan con medidas de autoprotección y se han realizado actuaciones para mejorar el drenaje.



Fig. 18: Canalización subterránea del barranco del Tejar hacia el río Jalón.

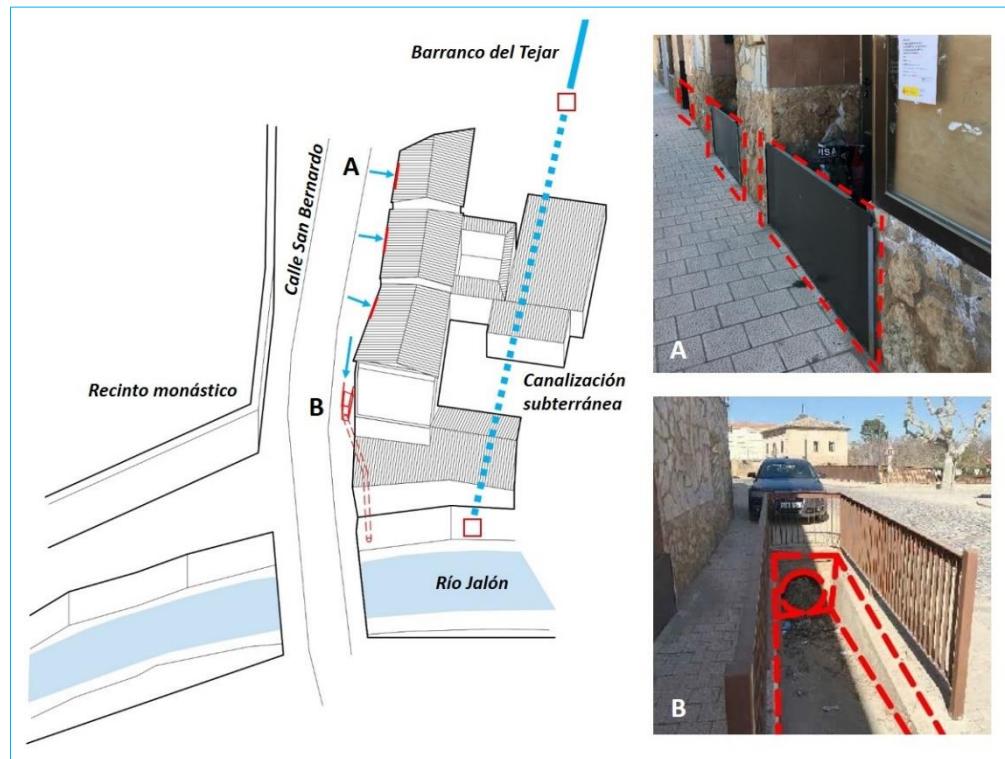


Fig. 19: Esquema de la calle San Bernardo.

- A escala arquitectónica, las acciones encaminadas a minimizar la cantidad de agua que entra en las construcciones (evitar y resistir) y a mitigar los daños una vez ha entrado (tolerar) permiten reducir de forma muy significativa la vulnerabilidad de las zonas ocupadas. De forma paralela y complementaria a otras acciones de mayor escala y alcance, estas medidas juegan un papel decisivo en la reducción de las consecuencias de las inundaciones y el aumento de la resiliencia.

Las inundaciones pueden poner en riesgo elementos del paisaje cultural, ya sean inmuebles puntuales o centros históricos. La adaptación al riesgo de inundación del **PATRIMONIO** adquiere especial relevancia dada la importancia de sus valores simbólicos e identitarios.

Debido a la antigüedad de estos edificios y su contenido, el contacto con el agua genera daños muy elevados por lo que las estrategias de adaptación se centrarán en evitar que el agua alcance el edificio, y aquellas orientadas a resistir y tolerar serán medidas complementarias.

En el caso de Santa María de Huerta, ya que el Bien de Interés Cultural sujeto a protección abarca tanto el monasterio como el recinto amurallado, **se plantea la compatibilidad entre protección del patrimonio e inundabilidad**, diferenciando y priorizando los distintos elementos. Es decir, garantizar la protección del monasterio, el cementerio y la zona arqueológica, pero tolerar que parte del conjunto (chopera, huertos, etc.) se inunde en caso de avenida, laminándola y permitiendo que parte del caudal quede remansado y llegue mermado a las zonas vulnerables.

3. FICHA DE LA EDIFICACIÓN

NOMBRE	Monasterio de Santa María de Huerta
DIRECCIÓN	Plaza del Monasterio, 1, 44260. Santa María de Huerta (Soria)
REFERENCIA CATASTRAL	9083601WL6698S0001OR
FECHA DE LA REUNIÓN	26/02/2020
CONTACTO	Monasterio de Santa María de Huerta

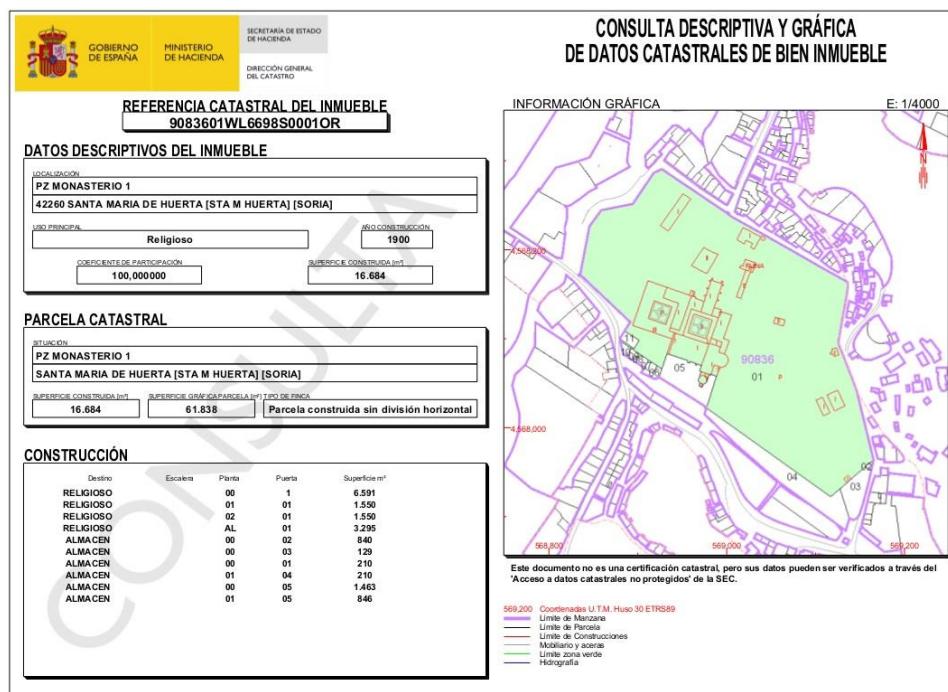


Fig. 20: Monasterio de Santa María de Huerta: consulta de datos catastrales de bien inmueble. Ministerio de Hacienda.

4. DESCRIPCIÓN DE LA EDIFICACIÓN

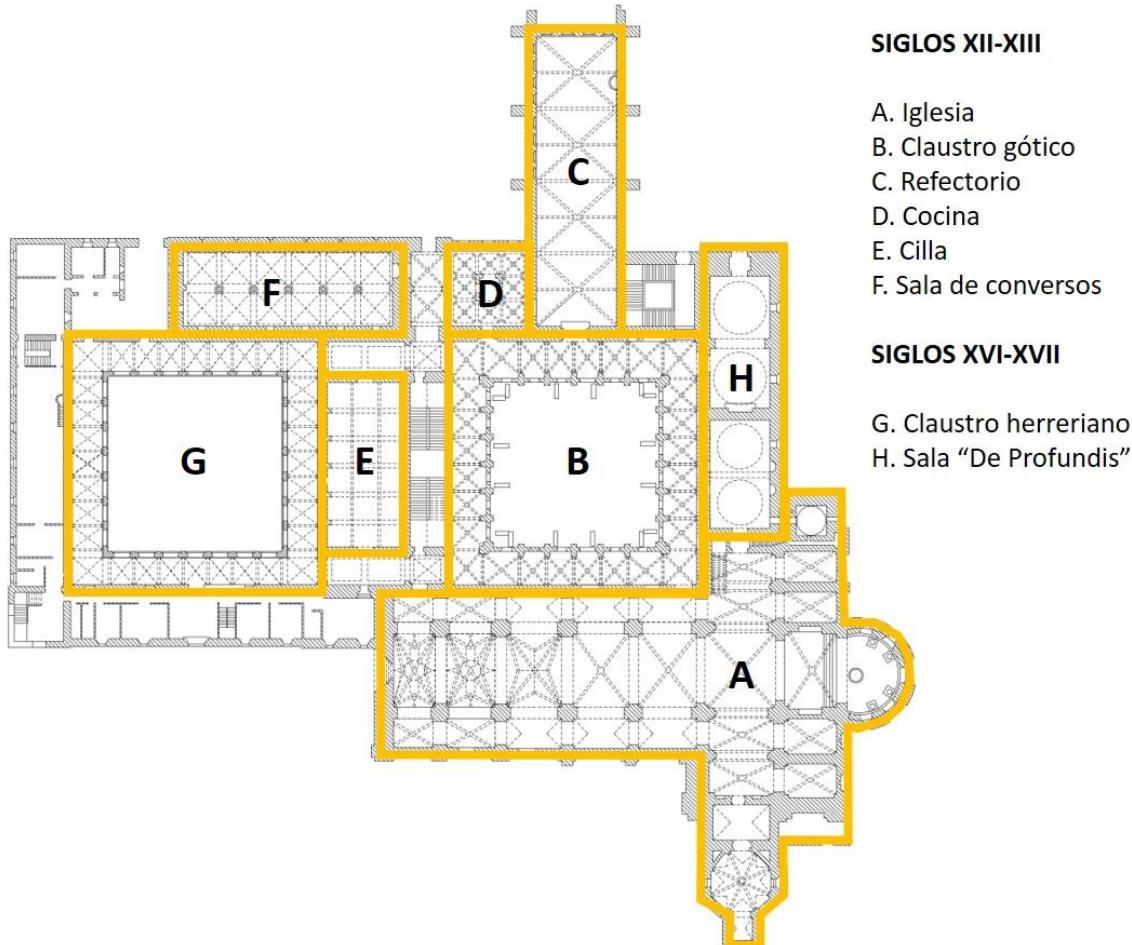


Fig. 21: Distribución del monasterio. Planta original: mateocorrales.com

Declarado Monumento Nacional en 1882 y Bien de Interés Cultural con la Ley de Protección de Patrimonio de 1985, el Monasterio de Santa María de Huerta se compone de una serie de edificaciones medievales y varias ampliaciones renacentistas, en un conjunto caracterizado por la austerioridad cisterciense.

La Orden del Císter estipulaba la ubicación de sus monasterios en zonas aisladas y de fácil acceso al agua. Siguiendo estas pautas, el conjunto se encuentra rodeado de una muralla de 1,2 km y aprovecha las condiciones idóneas para el cultivo de la vega del Jalón.

El monasterio vive una primera etapa constructiva durante los siglos XII y XIII, reproduciendo la planta tipo de la arquitectura cisterciense: iglesia de cruz latina con cabecera al este, claustro adosado y refectorio perpendicular en el ala opuesta. A la segunda etapa, correspondiente a los siglos XVI y XVII, pertenecen el claustro herreriano, adosado a la crujía occidental y que en la actualidad alberga una hospedería; el claustro plateresco, construido sobre el claustro gótico; y la denominada sala “De Profundis”.

Con la desamortización de Mendizábal, en 1833, fue expulsada la comunidad de monjes (que no regresa hasta 1930) y se confiscaron sus bienes, por lo que el edificio no alberga bienes muebles de valor extraordinario, si bien los existentes son vulnerables por su antigüedad y materiales.

5. PELIGROSIDAD POR INUNDACIÓN

La probabilidad de afección del Monasterio de Santa María de Huerta por avenida del río Jalón es baja. Los barrancos figuran en las áreas definidas como Áreas con Riesgo Potencial Significativo de Inundación (ARPSIs), como resultado de los trabajos de Evaluación Preliminar del Riesgo de Inundación (EPRI), realizados en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Ebro. En concreto, la ampliación propuesta en segundo ciclo incluye, para el tramo ES091_ARPS_AJL-03, el riesgo de inundación de origen pluvial por superación natural de la capacidad.

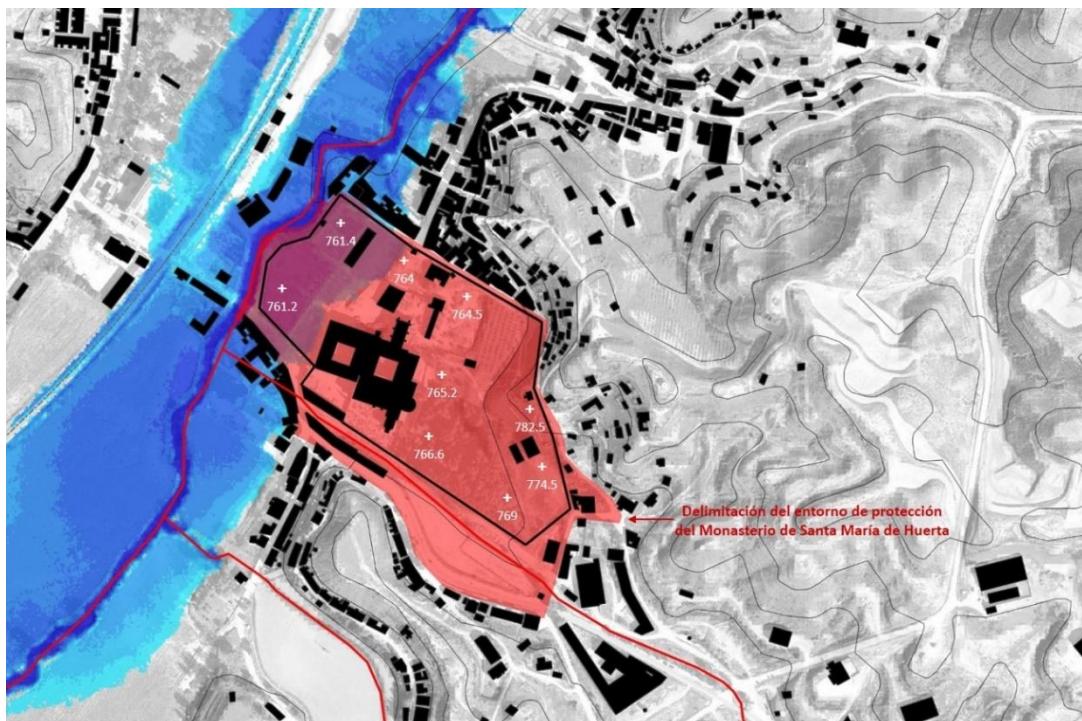


Fig. 22: Delimitación del entorno de protección del Monasterio de Santa María de Huerta (Junta de Castilla y León). Peligrosidad T=500 y ARPSIs (SNZCI, MITECO). Cotas del terreno (PNOA MDT05, CNIG).

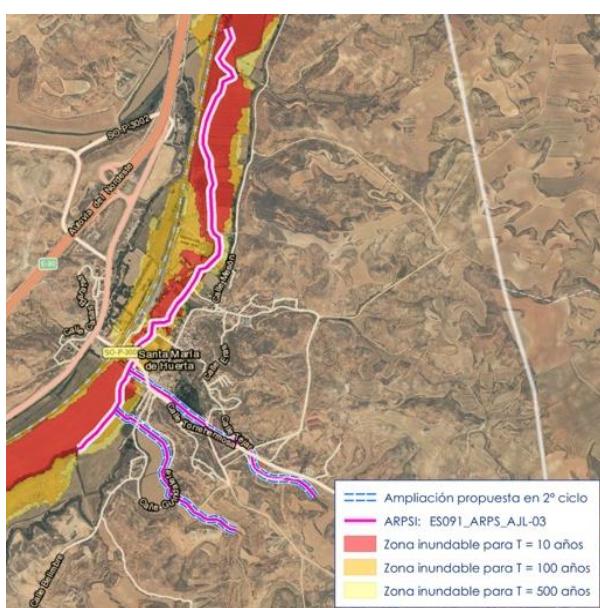


Fig. 23: Delimitación de ARPSIs. Confederación Hidrográfica del Ebro.

En el caso del barranco del Tejar, los mapas de peligrosidad correspondientes al segundo ciclo de la Directiva de Inundaciones reflejan un calado superior a 1.5 metros en los puntos más desfavorables del muro exterior del recinto para el periodo de retorno de 500 años (el muro está incluido en el modelo y no se contempla su posible rotura).

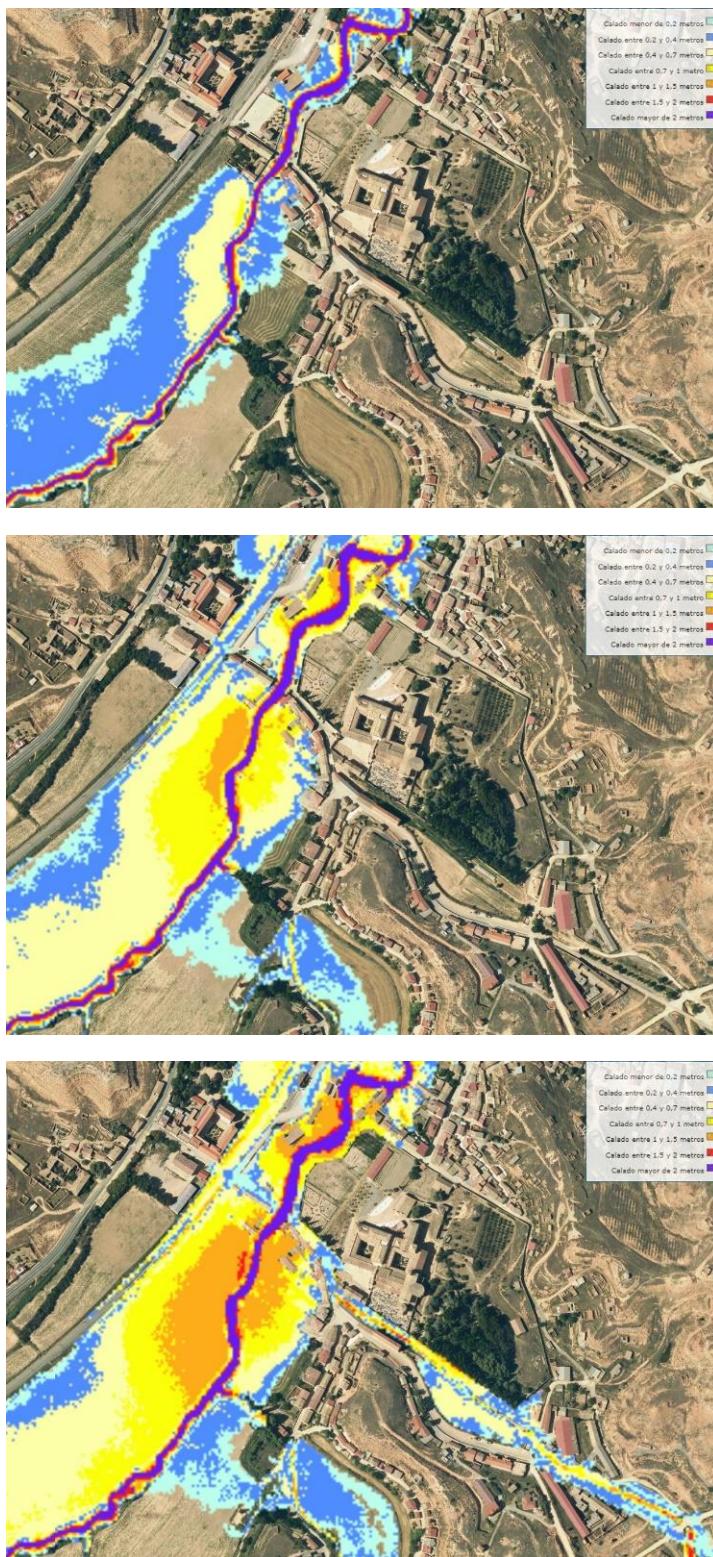
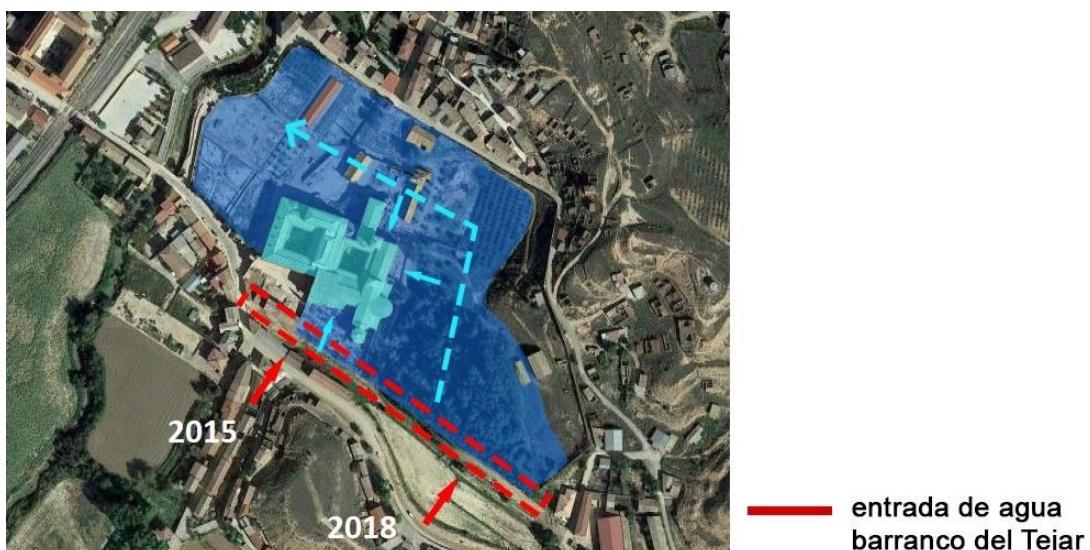


Fig. 24: Mapas de peligrosidad-Calados T10, T100 y T500. Directiva Inundaciones. 2º Ciclo. Sistema de Información Territorial del Ebro (SITEbro). Confederación Hidrográfica del Ebro.

- Procedencia del agua

Se distinguen dos fenómenos:

Por un lado, las barrancadas causadas por fenómenos de precipitación extraordinarios, como las producidas en 2015 y 2018, afectan al muro sudoeste del recinto. En caso de colapso, el agua penetra en el recinto a gran velocidad, afectando al monasterio, al cementerio y a la zona arqueológica, así como a otros edificios del interior del recinto utilizados como almacenes.



Por otro lado, la avenida del periodo de retorno de 500 años (probabilidad baja) del río Jalón alcanzaría una altura de calado de hasta 1 metro en el muro noroeste, que podría verse afectado por el empuje y la presión del agua o por el posible impacto de elementos arrastrados. En caso de producirse la entrada de agua en el recinto, afectaría al almacén situado en su extremo norte, pero no alcanzaría la fachada exterior oeste del claustro herreriano. El resto del edificio tampoco se vería afectado debido a la diferencia de cota del terreno. Ante un evento extremo, podría producirse asimismo la entrada de agua a través de la puerta principal de entrada al recinto.



Fig. 26: Entrada de agua en el recinto procedente del río Jalón para el periodo de retorno de 500 años.

- **Principales puntos de entrada de agua**

Para reducir la probabilidad de que el interior de un edificio se inunde es fundamental identificar los posibles puntos de entrada del agua. Las rutas que esta tome dependerán de la altura alcanzada, el tipo de construcción y las condiciones del terreno.

La rotura del muro sudoeste en 2015 afectó al cementerio, pero no generó daños en el interior del monasterio, ya que el agua fue evacuada directamente a través de la plaza principal de acceso al recinto. Sin embargo, en la rotura de 2018, al producirse en la zona de choperas, el agua recorrió el recinto a gran velocidad debido a la pendiente del terreno, y en ausencia de medidas para evitar el contacto del agua con el edificio, alcanzó su fachada oriental. La presencia de diversos huecos abiertos en la denominada sala “De Profundis”, en el marco de las obras de que se estaban realizando en el momento de la inundación, provocó la entrada de agua en el interior del monasterio y su distribución por las diversas estancias del mismo. Tras el episodio, los huecos fueron cerrados de forma provisional como medida de prevención, si bien es preciso garantizar su estanqueidad y resistencia.

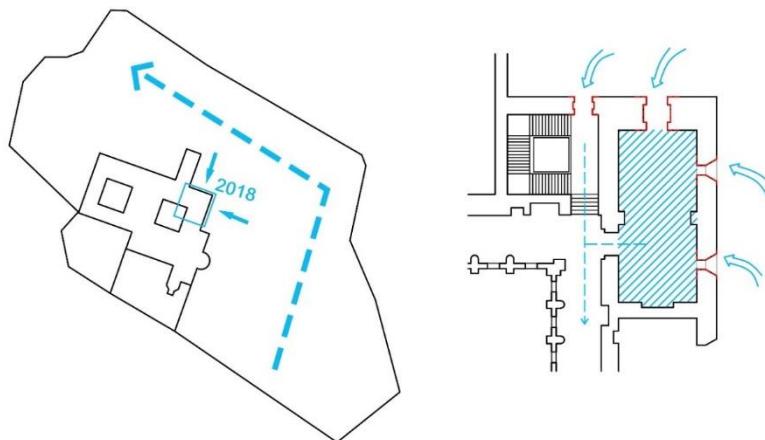


Fig. 27: Entrada de agua en el edificio a través de los huecos de la sala “De Profundis” en el evento de 2018.

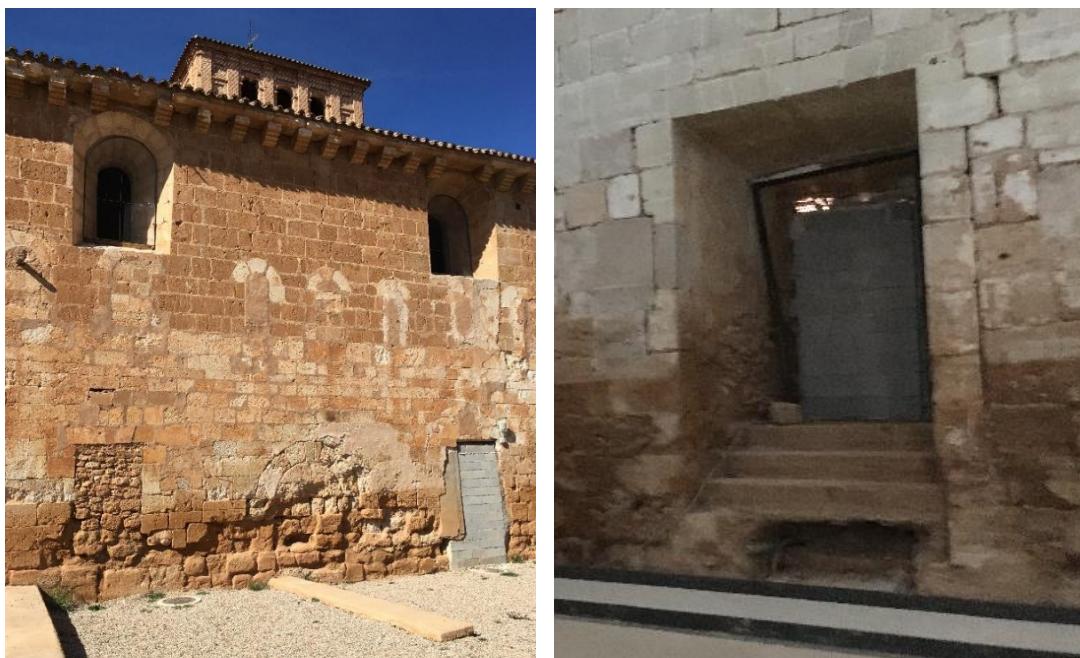


Fig. 28: Cierre preventivo de huecos tras el evento de 2018.

- **Daños potenciales**

Además de los daños vinculados a los valores simbólicos e identitarios del patrimonio cultural, el episodio de 2018 generó importantes pérdidas materiales tanto en el edificio como en su contenido, incluyendo los bienes muebles de valor histórico artístico que alberga, y las diversas instalaciones y equipamientos que permiten su funcionamiento ordinario. El agua afectó también a la obra de excavación arqueológica y acondicionamiento que se estaba llevando a cabo en la sala “De Profundis” y en la zona aledaña en el exterior, con el objetivo de su conservación y puesta en valor para la visita. La obra, a punto de finalizar cuando se produjo la inundación, suponía una inversión de 200.000 euros, que será necesario volver a ejecutar.

En el interior del monasterio, el agua superó la altura de un metro en diversas estancias, afectando a espacios emblemáticos como la iglesia, el refectorio, la sala de conversos y los claustros, haciendo imprescindible una labor pormenorizada de limpieza y desescombro, así como actuaciones de restauración en suelos y paredes.

La acción directa del agua altera la capa superficial de la piedra arenisca, generando erosión y desprendimientos. A corto plazo, el material aumenta su tamaño y sufre hinchazones y deformaciones. A medio y largo plazo, la piedra saturada libera humedad, provocando la aparición de manchas, cristalizaciones y salinizaciones que disgregan el material. Por tanto, debido a la antigüedad y características del edificio y a la poca efectividad de los tratamientos hidrofugantes en este tipo de construcciones, las estrategias de adaptación deben priorizar las acciones destinadas a evitar el contacto del agua, frente a otras centradas en resistir o tolerar su entrada.



Fig. 29: Inundación en 2018: daños en refectorio, sala de conversos, claustro gótico y claustro herreriano. Monasteriohuerta.org

La colección de bienes muebles de valor histórico artístico del monasterio no es extensa, pero se compone de elementos muy vulnerables al agua por su antigüedad y materiales. Se han conservado tradicionalmente en un entorno con un ambiente muy específico, y se ven afectados cuando estos parámetros estables son alterados bruscamente. Destaca la afección en los dorados y policromías de diversos retablos y custodias, así como a sus estructuras de soporte, tanto por la acción directa del agua como por la humedad. Otros elementos de piedra, madera y tejido, de desigual valor, se vieron también dañados en el episodio.

Respecto al equipamiento e instalaciones, la inundación generó también daños destacados en la cocina, lavandería, tienda y centro de recepción de visitantes. Se produjeron también daños en los cuadros e instalaciones eléctricas, así como en el foso y la cabina del ascensor.



Fig. 30: Inundación en 2018: daños en iglesia y retablos. Monasteriohuerta.org



Fig. 31: Inundación en 2018: daños en equipamiento e instalaciones. Monasteriohuerta.org

6. PROPUESTAS DE ADAPTACIÓN

6.1. Medidas generales de autoprotección

La Norma Básica de Autoprotección define esta como *sistema de acciones y medidas encaminadas a prevenir y controlar los riesgos sobre las personas y los bienes, a dar respuesta adecuada a las posibles situaciones de emergencia y a garantizar la integración de estas actuaciones con el sistema público de protección civil*. Las siguientes actuaciones son medidas generales aplicables a todas las edificaciones situadas en zona inundable:

¿Qué hacer para estar preparado en caso de inundación?

- **Proteger a las personas**

- i. Identificar los teléfonos de emergencia y darse de alta en servicios de alertas de inundación: Protección Civil, Agencia Estatal de Meteorología (AEMET), Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) de la Confederación Hidrográfica del Ebro, medios de comunicación, redes sociales y apps.
- ii. Contratar una póliza de seguros de la propiedad, actividades y vehículos.
- iii. Contar con un Plan de Autoprotección y practicar la evacuación.
- iv. Familiarizarse con el INUNCyl (Plan de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad Autónoma de Castilla y León).



Fig. 32. Guía técnica de elaboración de un Plan de Autoprotección. Dirección General de Protección Civil y Emergencias. Plan de Protección Civil ante el Riesgo de Inundaciones en la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Junta de Castilla y León.

- **Proteger la edificación y su contenido**

- i. Identificar los puntos débiles del edificio por los que puede entrar el agua.
- ii. Realizar el diagnóstico de daños potenciales.
- iii. Identificar posibles soluciones para reducir la vulnerabilidad del edificio y su contenido.
- iv. Averiguar dónde obtener barreras temporales, sistemas antirretorno, bombas de achique y sistemas de alimentación ininterrumpida, y practicar su instalación.

¿Qué hacer si se espera una inundación en la zona y se dispone de tiempo de reacción?

- a. Estar informado de la evolución de la inundación y atento a los avisos de evacuación.
- b. Revisar las vías de evacuación evitando obstáculos.
- c. Revisar la red de drenaje evitando taponamientos.
- d. Instalar barreras temporales en las zonas por las que puede entrar el agua.
- e. Instalar sistemas antirretorno para evitar el reflujo de aguas residuales.
- f. Apagar los suministros de electricidad, agua y gas.
- g. Desconectar los equipos eléctricos y desplazarlos a zonas seguras.
- h. Retirar muebles, alfombras y cortinas, y asegurar los elementos sueltos.
- i. Colocar los productos contaminantes fuera del alcance del agua.
- j. Desplazar los coches fuera de la zona de riesgo de inundación con el primer aviso.
- k. Seguir las indicaciones de las autoridades.
- l. Además, en el caso del patrimonio cultural: garantizar la protección de todos los bienes muebles de valor histórico artístico.

6.2. Mitigación de daños en la edificación

La guía de “*Recomendaciones para la construcción y rehabilitación de edificios en zonas inundables*” establece recomendaciones generales para la adaptación, que se resumen en **EVITAR** que el agua entre en contacto con el edificio, **RESISTIR** el contacto con el agua en caso de que se produzca la inundación exterior, y **TOLERAR** la entrada de agua de manera controlada en ciertas zonas del edificio cuando no sea posible evitar y resistir, implementando medidas que minimicen los daños. En los casos extremos se estudiaría la posibilidad de **RETIRAR** el edificio.

1. EVITAR que el agua alcance el edificio	1.1 ADECUACIÓN DEL ENTORNO 1.2 BARRERAS PERMANENTES 1.3 BARRERAS TEMPORALES
2. RESISTIR la entrada de agua en el edificio	2.1 IMPERMEABILIZACIÓN 2.2 PROTECCIÓN DE HUECOS
3. TOLERAR la inundación adaptando el interior	3.1 INSTALACIONES 3.2 ORGANIZACIÓN ESPACIAL 3.3 ESPACIOS SEGUROS
4. RETIRAR el edificio de la zona inundable	4.1 ELEVACIÓN 4.2 TRASLADO 4.3 ABANDONO/DEMOLICIÓN

Fig. 33: Criterios de actuación en edificios existentes. Recomendaciones para la construcción y rehabilitación de edificios en zonas inundables.

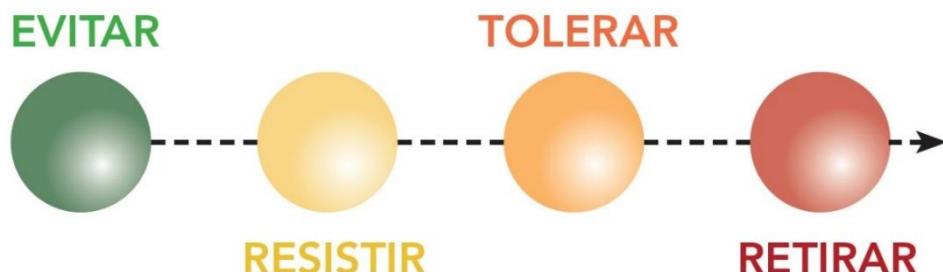


Fig. 34: Metodología para la mitigación de daños en la edificación. Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones.

- **Medidas implementadas**

La Consejería de Cultura y Turismo de la Junta de Castilla y León ha realizado, desde 1999, diversas actuaciones en el Monasterio de Santa María de Huerta, en el marco de su Plan Director y en coordinación con la comunidad religiosa que regenta el Monasterio. Tras el episodio de inundación de 2018, y finalizadas las tareas más inmediatas de recuperación (achique, desescombro, eliminación del barro y puesta a salvo de enseres), se estableció un paquete de medidas de emergencia, encaminado a la recuperación y prevención, valorado en **393.156,24€**:

MEDIDA 1: Reparaciones inmediatas para la restitución del funcionamiento ordinario	48.288,85€
MEDIDA 2: Reparaciones o reposiciones urgentes de la muralla	151.600€
MEDIDA 3: Recuperación de protección y prevención ante futuras inundaciones	124.699,89€
MEDIDA 4: Restauración de bienes muebles	52.030€
COORDINACIÓN DE LAS OBRAS	12.000€
COORDINACIÓN DE LA ACTUACIÓN SOBRE LOS BIENES MUEBLES	4.537,50€

Se ha previsto asimismo un segundo paquete de actuaciones de reacondicionamiento y puesta en valor del monasterio por un importe de 700.000€. Incluirá, por un lado, la reejecución de las obras de la sala “De Profundis” y su entorno, la reparación de la vidriera del refectorio y otras actuaciones previstas en el Plan Director (600.000€). Por otro lado, la elaboración y puesta en marcha de un Plan de Emergencia para minimizar y evitar daños en el futuro (100.000€).

- **MEDIDA 1: Reparaciones inmediatas para la restitución del funcionamiento ordinario**

La intervención incluye un conjunto de actuaciones de emergencia orientadas a revertir los daños directos ocasionados por el episodio de inundación en el edificio y su entorno: limpiezas y reparaciones en drenaje, saneamiento, atarjea y canaletas; reparación del centro de recepción de visitantes; revestimientos de las plantas baja y semisótano; y reparaciones foso y cabina de ascensor, cuadros eléctricos e instalaciones eléctricas.



Fig. 35: Reparaciones en la red de drenaje y saneamiento.

- **MEDIDA 2: Reparaciones o reposiciones urgentes de la muralla**

La intervención incluye la consolidación del muro exterior y la reconstrucción de los tramos sudoeste (junto al barranco) y noroeste (junto al río). La medida puede evitar el derrumbe, pero no soluciona la problemática asociada al estrechamiento del cauce. El efecto barrera puede provocar embalsamientos, y el posible colapso ante un evento extremo aumentaría la velocidad del agua, incrementando los daños aguas abajo. Esta medida requiere por tanto actuaciones complementarias para facilitar la evacuación del agua del barranco.



Fig. 36: Consolidación del muro exterior sudoeste.



Fig. 37: Puntos de rotura en el muro sudoeste en 2015 (cementerio) y 2018 (chopera).

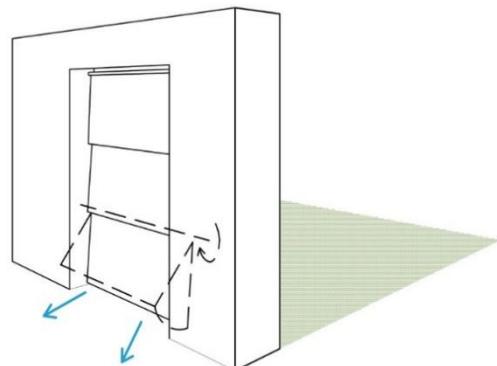
De forma complementaria, se ha procedido a la instalación de dos compuertas de evacuación en la zona noroeste del muro que funcionen como aliviaderos de emergencia. El objetivo es permitir la evacuación controlada de agua hacia el Jalón en caso de acumulación en el interior del recinto, ya sea por fuertes precipitaciones o por una nueva rotura del muro sudoeste. De esta forma se prevé y se evita la rotura brusca del muro noroeste.



Fig. 38: Compuestas de evacuación en el muro exterior noroeste.



Fig. 39: Compuerta de evacuación.



○ **MEDIDA3: Recuperación de protección y prevención ante futuras inundaciones**

Se ha construido un nuevo muro de contención con base de hormigón y gavión sobre el que se dispone un peto de pies derechos y chapa, así como puertas con sistemas de cierre permanente. Esta medida de adaptación cumple una doble función. Por un lado, evita el contacto del agua con el monasterio y otros elementos vulnerables en caso de inundación del recinto monástico. Por otro lado, permite desaguar las precipitaciones habituales hacia la zona interior mediante unos pasantes en su base, los cuales quedarían taponados por el lodo en ante eventos de mayor intensidad.

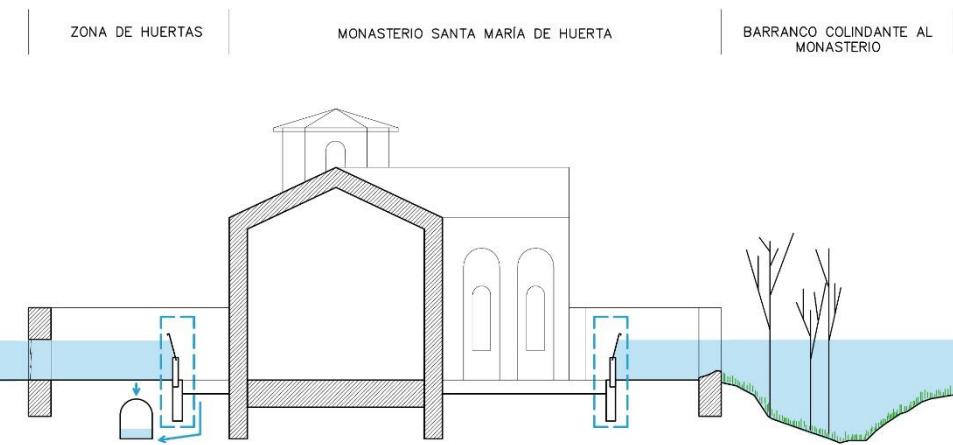


Fig. 40: Nuevo muro interior para evitar que el agua alcance la zona protegida.



Fig. 41: Instalación de compuertas en el muro noroeste para evacuación del agua en caso de colapso del muro sudoeste.

De esta forma se protege el edificio y se recupera el sistema de drenaje tradicional, al canalizar las aguas y evacuarlas hacia la atarjea perimetral. Para garantizar el aislamiento de la zona protegida, que incluye el monasterio y los restos arqueológicos, se aprovechan otros edificios existentes en el recinto, y se ha previsto asimismo la modificación de rasantes para garantizar la correcta evacuación del agua.



Fig. 42: Instalación de compuertas en el muro noroeste para evacuación del agua en caso de colapso del muro sudoeste.

Fig.

○ **MEDIDA 4: Restauración de bienes muebles**

Se ha procedido a la eliminación del barro procedente de la inundación y a la limpieza de las superficies afectadas. Se realizó una primera actuación de urgencia, por el peligro de su pérdida irreversible, en los dorados y policromías de diversos retablos y custodias. En materia de carpintería, se trabajó en los plintos y estructuras de soporte para garantizar la elevación y protección de los bienes muebles frente a la humedad.



Fig. 43: Restauración de bienes muebles.

El paquete de medidas de emergencia implementado combina por tanto actuaciones de respuesta ante un evento, conservación del patrimonio y adaptación al riesgo de inundación. Estas últimas se resumen en:

- **Consolidación del muro exterior sudoeste**
- **Compuertas de evacuación en el muro exterior noroeste**
- **Nuevo muro interior para evitar que el agua alcance la zona protegida y recuperar el sistema de drenaje tradicional**

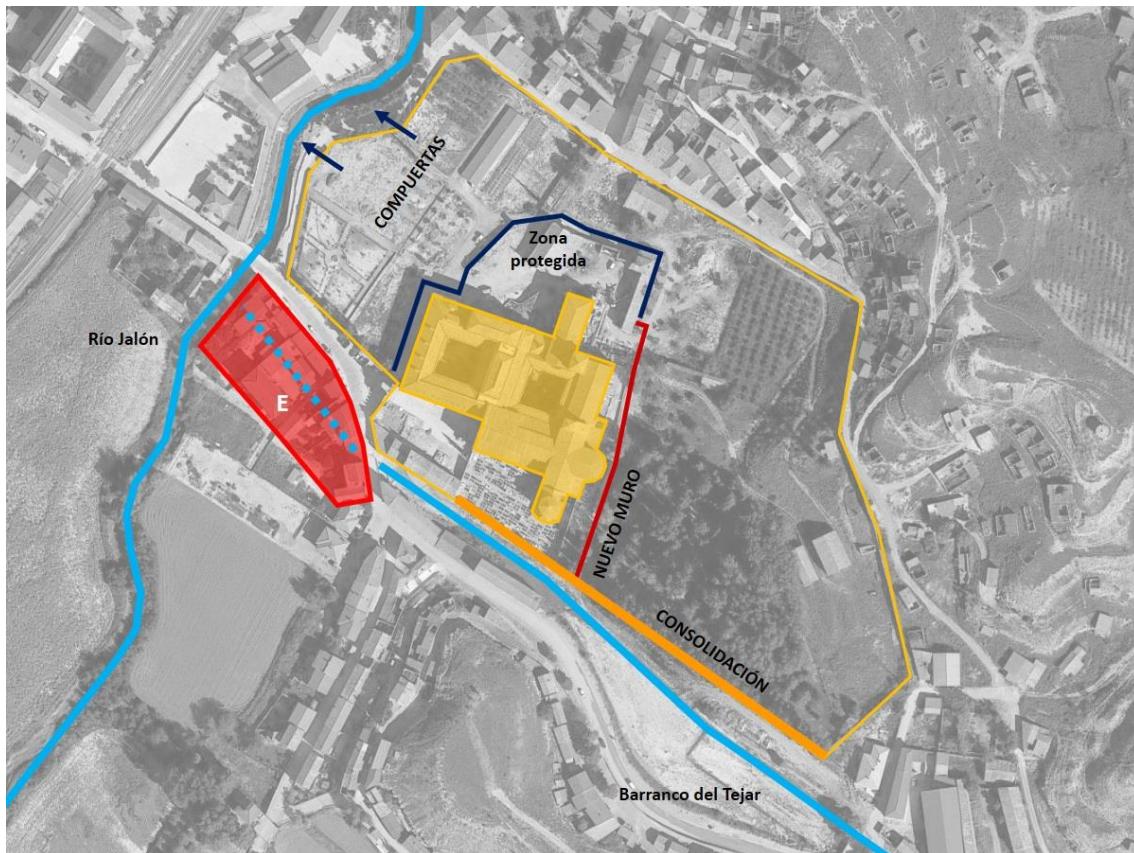


Fig. 44: Medidas de adaptación implementadas.

- **Medidas complementarias**

De forma complementaria a las medidas implantadas, se plantean una serie de actuaciones encaminadas a aumentar la resiliencia del monasterio y su entorno.

- **Inundación controlada del recinto**

Se propone evitar que el agua entre en contacto con el monasterio, el cementerio y la zona arqueológica para garantizar la conservación del patrimonio cultural, pero tolerando que parte del recinto se inunde de forma controlada en caso de avenida.

El objetivo es impedir una rotura brusca del muro exterior que genere daños en la estructura del mismo, provoque el arrastre de piedras y otros elementos, aumente la velocidad del agua y multiplique los daños provocados aguas abajo. De este modo, se evita el efecto barrera y se favorece la transparencia hidráulica, aprovechando las zonas del recinto compatibles con la inundación para laminar la avenida, permitiendo que parte del caudal quede remansado y llegue mermado al núcleo urbano.

Para ello se emplearían compuertas que permitiesen la entrada controlada del agua en el recinto, y se estudiaría la pertinencia de aumentar el número de puntos de salida.

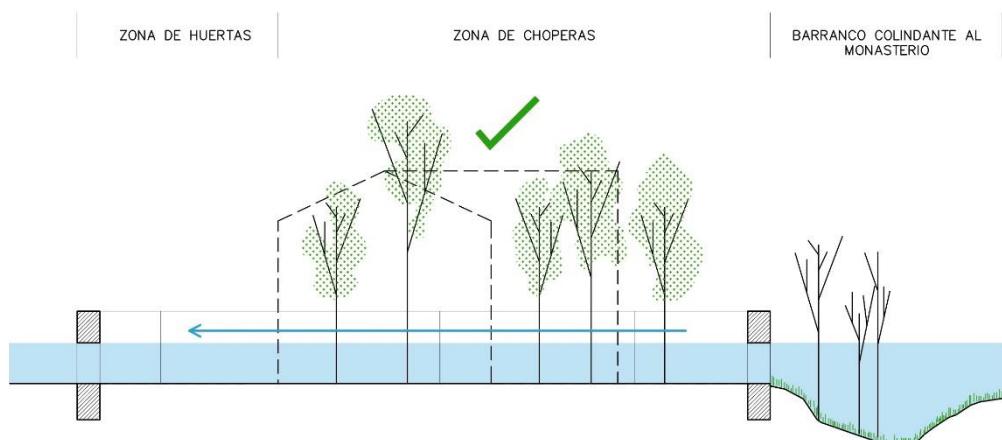


Fig. 45: Recinto del Monasterio de Santa María de Huerta: transparencia hidráulica.



Fig. 46: Recinto del Monasterio de Santa María de Huerta: usos compatibles con la inundación: huertas, choperas.

La actuación exige distinguir qué usos del recinto son compatibles con la inundación y definir con precisión el perímetro de la zona protegida. Asimismo, requiere un conjunto de medidas para facilitar el paso libre del flujo sin obstruir su movimiento natural: eliminación de obstáculos, edificaciones auxiliares en sentido de la corriente, alteraciones topográficas, o espacios verdes que ralenticen y drenen el agua. De este modo, el conjunto se anticipa en su diseño a la posible presencia del agua, contribuyendo a la mejora de la percepción del riesgo en lugar de ocultarlo.

El recinto actuaría como una infraestructura verde y azul, proporcionando beneficios tanto al monasterio como al núcleo urbano de Santa María de Huerta y complementando las intervenciones de infraestructura gris de la zona E. Se enriquecen así los valores del patrimonio cultural, aportando nuevos beneficios ambientales al establecer sinergias entre su conservación y la adaptación a los futuros condicionantes climatológicos.

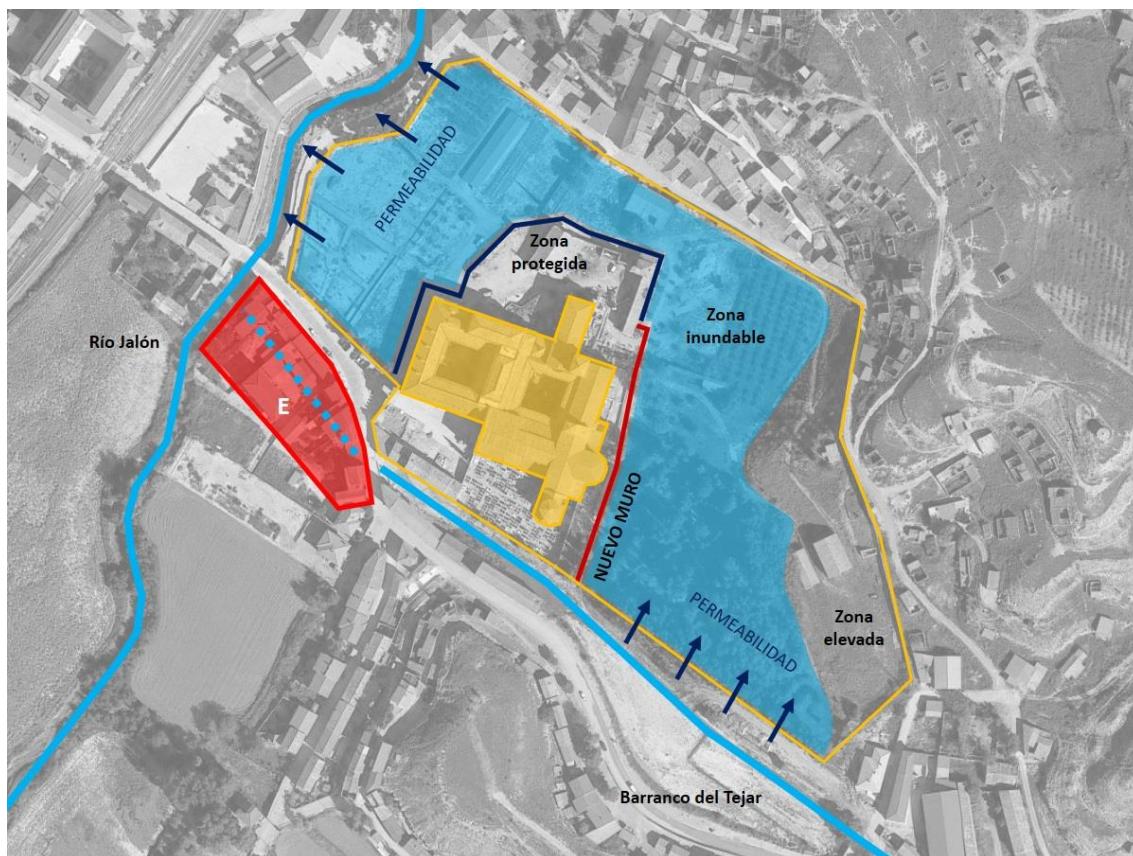


Fig. 47: Inundación controlada del recinto.

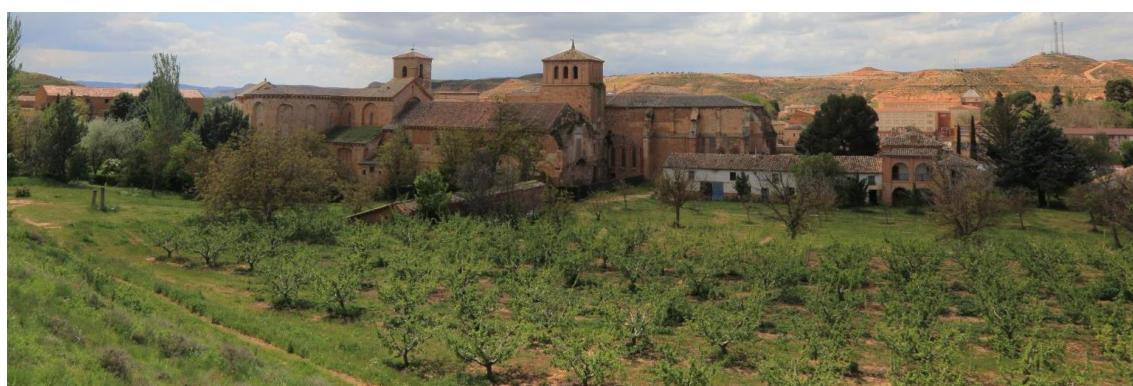


Fig. 48: Recinto del Monasterio de Santa María de Huerta. Santamariadehuerta.es

- Barreras temporales

Para posibles puntos de entrada de agua (en obras de acondicionamiento o en zonas no protegidas por las estrategias anteriores), o como protección adicional ante eventos extremos, las barreras temporales ofrecen una solución sencilla y versátil para resistir el riesgo de inundación. Para ser efectivas, deberán cumplir una serie de requisitos: altura superior a la máxima cota de inundación prevista, estanqueidad, resistencia tanto a la presión del agua como al impacto de elementos arrastrados y disponibilidad tanto de tiempo como de recursos suficientes para su instalación.



Fig. 49: Ejemplos de barreras temporales. Desmontables (Fuente: CAG Canalizaciones), apilables (Fuente: Flood Control International), abatibles (Fuente: Aggérés), e hinchables (Fuente: Tandem HSE).

Se propone el siguiente modelo, o equivalente:

Barrera temporal FLOODGATE: dispositivo de bloqueo temporal compuesto por un marco de acero de 2.5 cm de grosor que se expande en el plano horizontal y vertical, rodeado de una funda de neopreno que forma un sellado estanco. Resulta de fácil y rápida colocación y retirada, y se adapta a un rango de medidas. Requiere un ajuste para asegurar la impermeabilidad, pero no precisa obra previa.

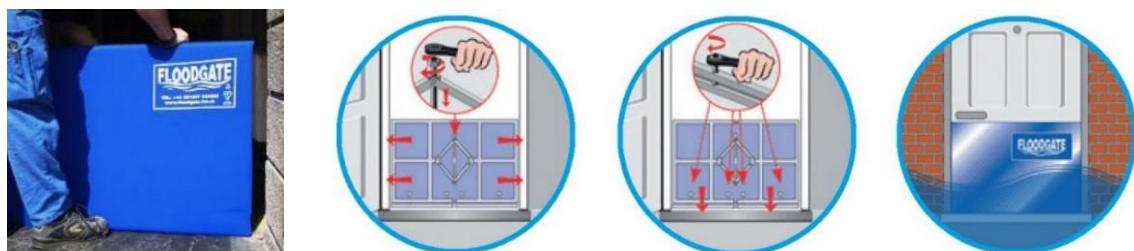


Fig. 50: Barreras temporales FLOODGATE. CAG Canalizaciones.

- Sistemas antirretorno

Un fenómeno habitual en episodios de lluvias torrenciales es el de las inundaciones producidas en las plantas bajo rasante debido a los problemas de evacuación de la red de saneamiento hacia los colectores generales. La instalación de válvulas antirretorno en la acometida evita el reflujo de aguas residuales: cuando el sentido es el correcto, la válvula se mantiene abierta; cuando el fluido pierde velocidad o presión se cierra, evitando así el flujo en el sentido opuesto.



Fig. 51: Válvula antirretorno. Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones.

- Bombas de achique y sistemas de alimentación ininterrumpida

Es recomendable disponer de bombas de achique de primer nivel que permitan evacuar el agua acumulada con eficacia y rapidez, reduciendo el tiempo de permanencia de la inundación. En el caso de las bombas eléctricas, es preciso asegurar el suministro eléctrico en caso de cortes de energía mediante sistemas de alimentación ininterrumpida.

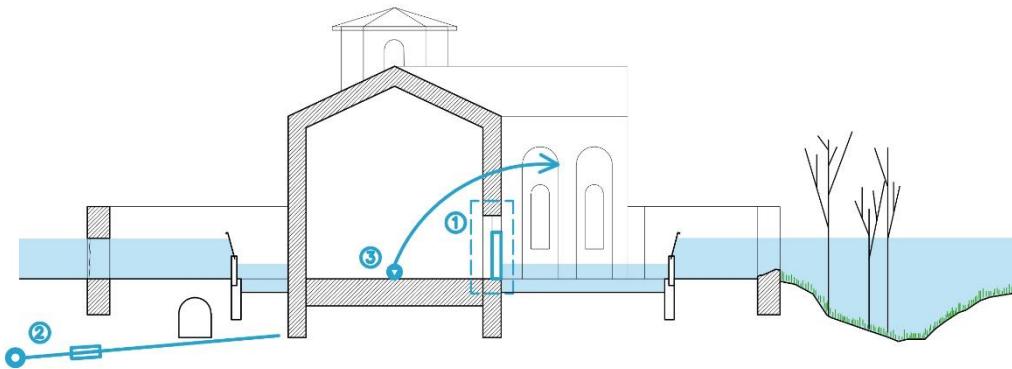


Fig. 52: Medidas complementarias: esquema en sección. 1 barreras temporales, 2 sistemas antirretorno, 3 bombas de achique y SAI.

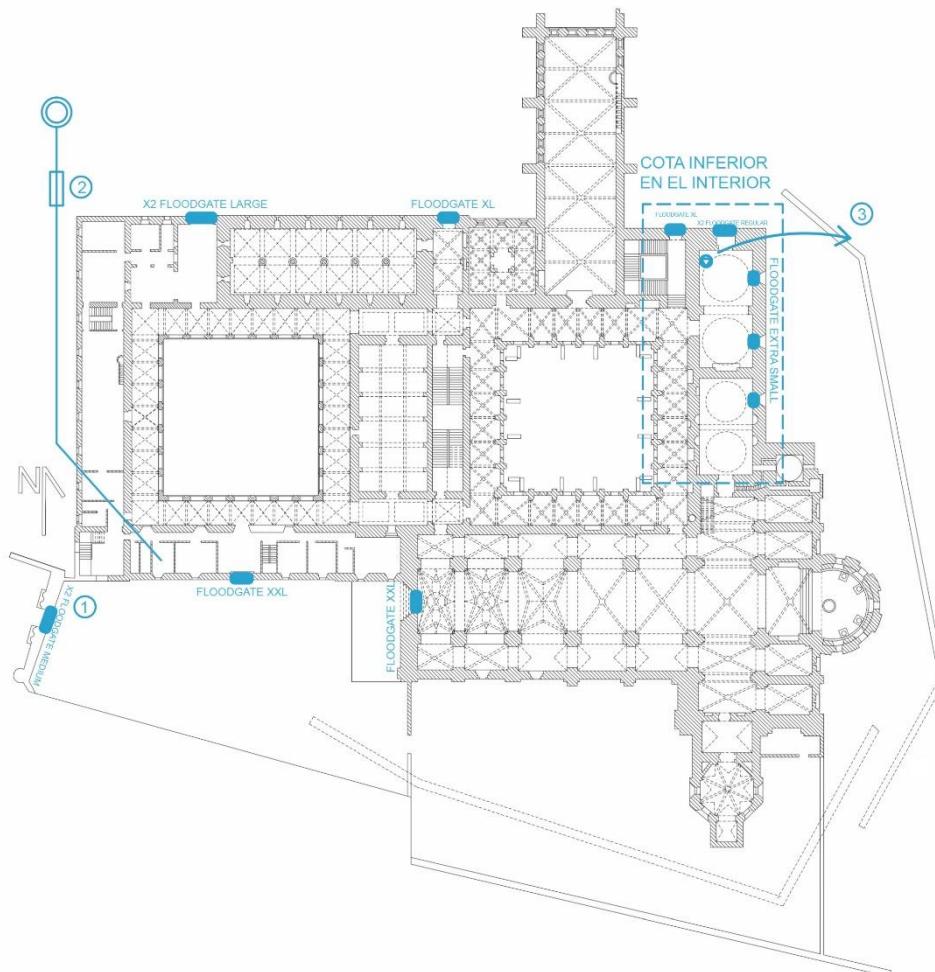


Fig. 53: Medidas complementarias: esquema en planta. 1 barreras temporales, 2 sistemas antirretorno, 3 bombas de achique y SAI.

- **Mitigación de daños en el contenido**

Ante eventos extremos en los que soluciones planteadas no impidan la entrada de agua en el edificio, se proponen medidas para minimizar los costes directos en el edificio y su contenido.

Las medidas para reducir la vulnerabilidad del equipamiento de los edificios se engloban en tres tipos de acciones: **ELEVAR**, que consiste en subir el equipamiento por encima del nivel de protección; **REUBICAR**, que consiste en modificar el emplazamiento del contenido, generalmente a una planta superior; y **PROTEGER**, que consiste en mantener la ubicación del contenido, pero tomando las medidas necesarias para limitar el daño.

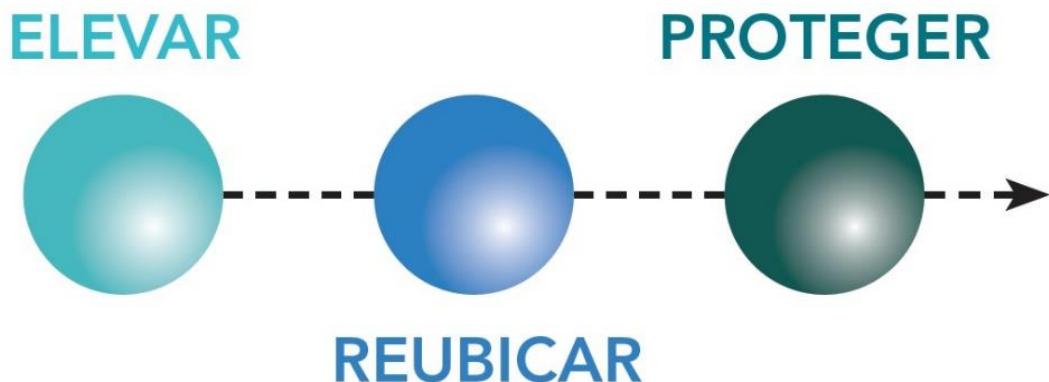


Fig. 54: Metodología para la mitigación de daños en el equipamiento. Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones.

En cada planta inundable se tendrá en cuenta:

- Elevación de los elementos de vulnerables sobre plintos.
- Traslado de los elementos de mayor valor histórico artístico a zonas no expuestas.
- Contenedores estancos para el almacenamiento de obras de gran valor en caso de inundación.
- Deshumidificadores para la reducción de la humedad ambiental.
- Desconexión de todas las instalaciones de electricidad y gas ante el riesgo de inundación.
- Garantía de estanqueidad en todas las estancias vulnerables (protección de puertas, ventanas, rejillas, patinillos, etc.) garantizando la correcta ventilación.
- Elevación de todos los elementos no fijos (extintores, etc.) por encima de la cota de inundación.
- Elevación de enchufes por encima del nivel de inundación para evitar daños en la instalación eléctrica, o protección mediante sistemas de cierre hermético que garanticen la estanqueidad.
- Tratamientos impermeabilizantes en puertas que eviten daños en caso de inundación, o sustitución por otras desmontables o resistentes al agua.
- Seguimiento de los protocolos de actuación y traslado de los vehículos fuera de la zona de riesgo de inundación con el primer aviso.

- **Sistemas urbanos de drenaje sostenible**

La gestión del riesgo de inundación y la sostenibilidad ambiental son ámbitos estrechamente unidos, y los sistemas urbanos de drenaje sostenible, las infraestructuras verdes y azules o las soluciones basadas en la naturaleza o permiten articular ambas problemáticas desde una visión integral encaminada a generar paisajes resilientes.

Los sistemas urbanos de drenaje sostenible (SUDS) son una herramienta preventiva de gestión del agua de lluvia que contribuye a minimizar los efectos de las inundaciones. Su estrategia se basa en dos objetivos principales: reducir la cantidad de agua que llega al punto final de vertido, y mejorar la cantidad y calidad del agua que se vierte e infiltra al medio natural.



Fig. 55: Tipología de SUDS. Guías de adaptación al riesgo de inundación: sistemas urbanos de drenaje sostenible. 2019.

La Agenda Urbana Española propone incorporar a la gestión urbanística el concepto de infraestructuras verdes y azules: soluciones multifuncionales basadas en la naturaleza con beneficios ambientales, económicos y sociales. Como complemento a las infraestructuras grises, son útiles en la gestión del riesgo de inundación, aportando además nuevos valores. Las necesidades de mantenimiento y gestión propician la participación ciudadana y el desarrollo de actividades productivas vinculadas al ocio y la educación ambiental, contribuyendo a fijar la población al territorio e impulsando comunidades sostenibles. La valoración de su impacto requiere por lo tanto nuevos indicadores cuantitativos y cualitativos, con aportaciones procedentes de las ciencias naturales y sociales.

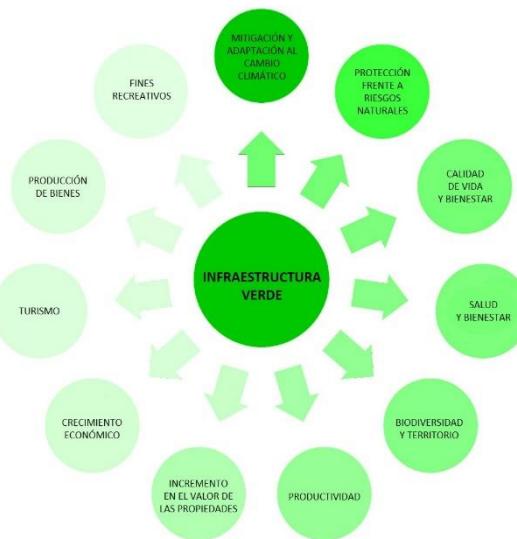


Fig. 56: Concepción multifuncional de la infraestructura verde. Adaptado de la CE (2012). Bases científico-técnicas para la Estrategia estatal de infraestructura verde y de la conectividad y restauración ecológicas. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

- Los **corredores verdes-azules**, generados a partir de la restauración de cauces naturales o su creación de manera artificial con criterios de conectividad ecológica, se justifican en la mayor capacidad de desagüe de los cursos a cielo abierto y en su valor paisajístico.

- La **laminación de avenidas**, mediante la eliminación de obstáculos y la alteración topográfica que facilite el desagüe posterior, permite que parte del caudal quede remansado y llegue mermado a las zonas vulnerables.

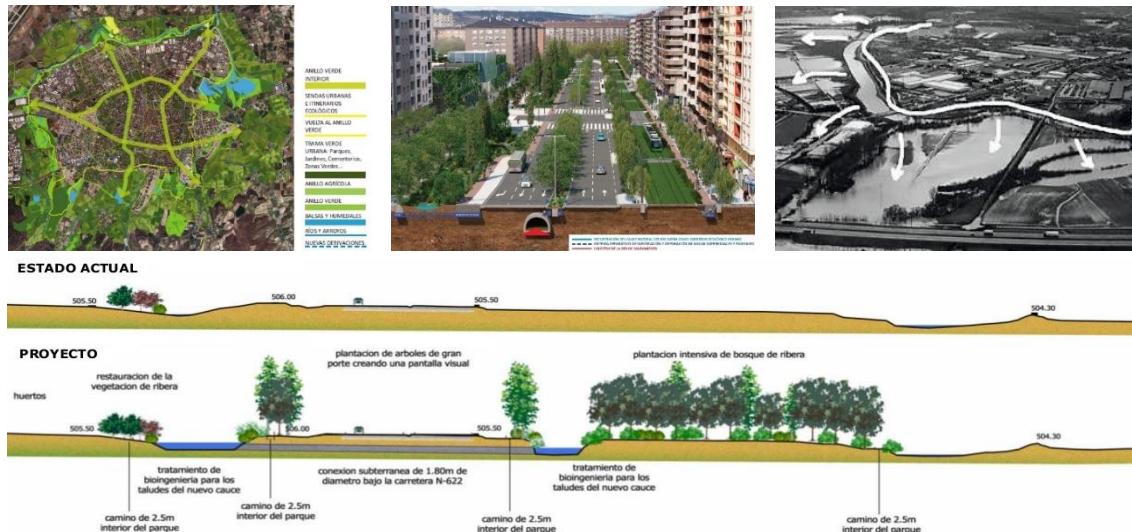


Fig. 57: Ejemplos. El anillo verde interior: hacia una infraestructura verde urbana en Vitoria-Gasteiz. Intervención Avenida Gasteiz y río Batán. Laminación de avenidas, adecuación hidráulica y restauración ambiental del río Zadorra. Ayuntamiento de Vitoria-Gasteiz.

7. POSIBLES FUENTES DE FINANCIACIÓN DE ESTRATEGIAS INTEGRALES

El enfoque multiescalar de la resiliencia plantea una interacción entre el sistema ecológico y el sistema social basada en la protección conjunta de los ecosistemas y las actividades humanas, para mantener la funcionalidad de ambos generando además nuevos valores. La salvaguarda del patrimonio cultural, la sostenibilidad ambiental y la gestión del riesgo de inundación pueden articularse mediante estrategias integrales que establezcan sinergias entre conservación y adaptación. Para financiar este tipo de iniciativas, existen diversas opciones:

- La iniciativa comunitaria **LEADER**, con financiación procedente del *Fondo Europeo Agrícola de Desarrollo Rural* (FEADER), plantea luchar contra el despoblamiento a través de la diversificación de la economía y la participación activa de asociaciones, administraciones y empresas de las zonas beneficiarias, a través de Grupos de Acción Local que diseñan y ejecutan sus programas de desarrollo rural.
- De acuerdo con la *Comunicación de la Comisión Europea Infraestructura verde: mejora del capital natural de Europa*, se seguirán explorando mecanismos de financiación innovadores en apoyo de estas iniciativas. En España, la **Estrategia Estatal de Infraestructura Verde y de la Conectividad y Restauración Ecológicas**, actualmente en desarrollo, marcará las directrices para la identificación y conservación de los elementos que componen la infraestructura verde estatal.
- El **Pacto de los Alcaldes para el Clima y la Energía** es un espacio de intercambio con el que cuentan los municipios para comenzar a trabajar en estrategias integrales de adaptación y mitigación del cambio climático.

8. RESUMEN DE MEDIDAS

Medidas de adaptación implementadas

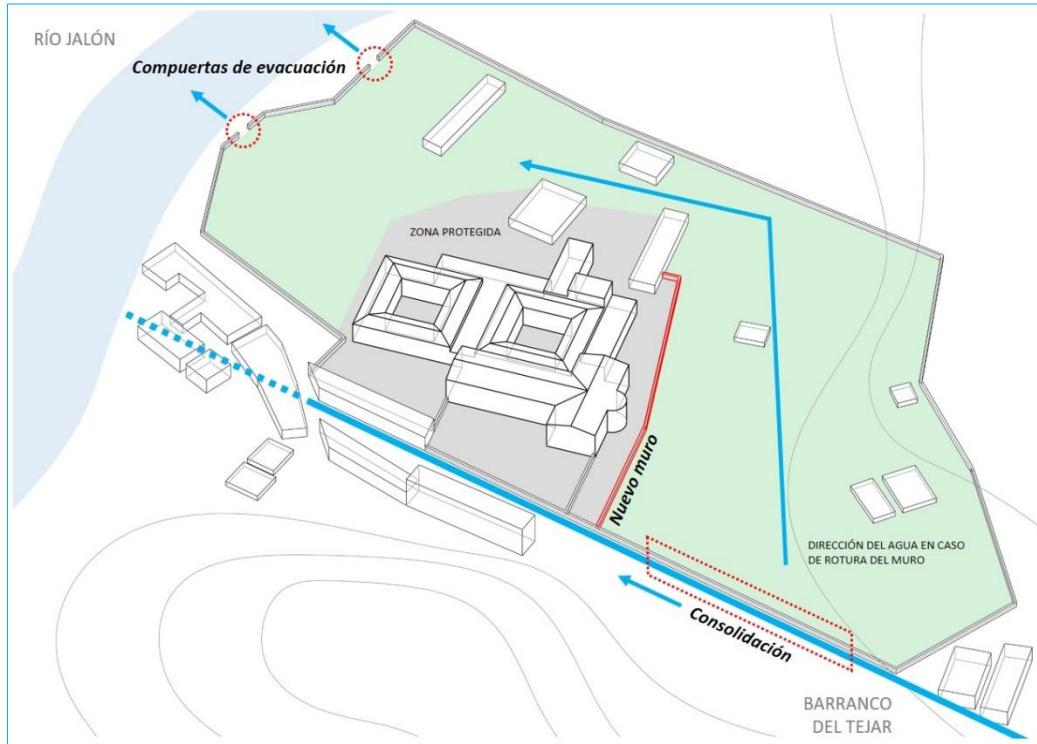


Fig. 58: Medidas de adaptación implementadas: consolidación del muro exterior; nuevo muro de contención; compuertas de evacuación.

Medidas de adaptación complementarias

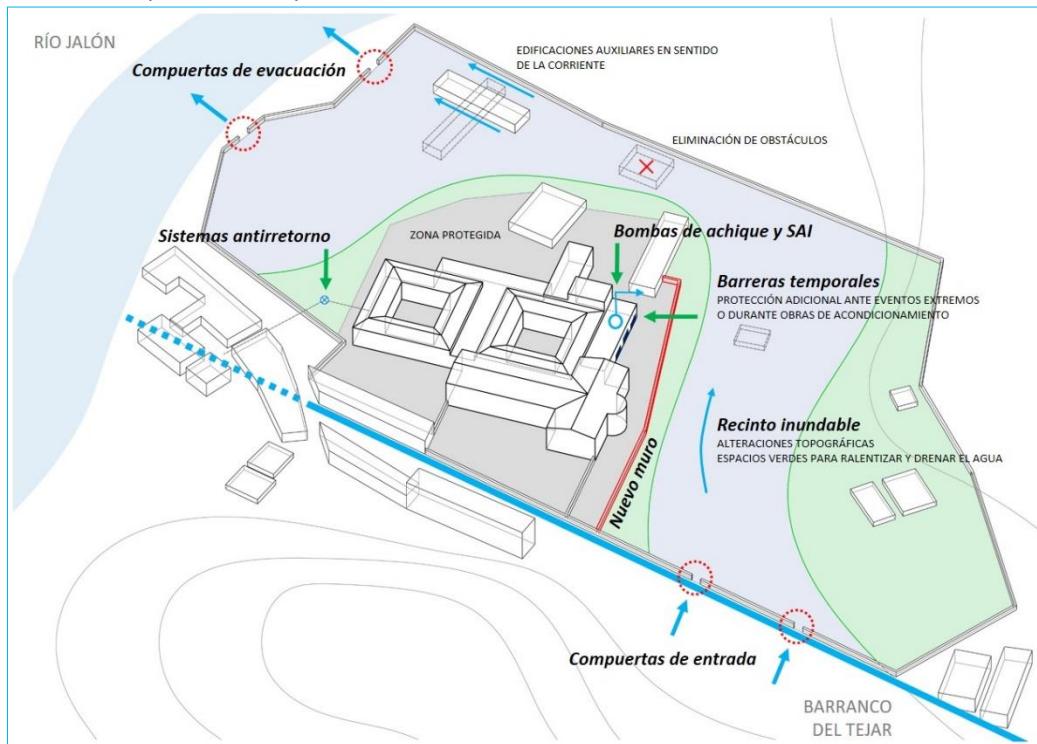


Fig. 59: Medidas de adaptación propuestas: compuertas de entrada; recinto inundable; barreras temporales; sistemas antirretorno; bombas de achique y SAI.

9. VALORACIÓN ECONÓMICA

La cuantificación económica de las medidas depende del riesgo que se considere y el alcance con que se diseñen. Para obtener una estimación, el procedimiento reflejado en la *Guía para la reducción de la vulnerabilidad de los edificios frente a las inundaciones* considera diferentes hipótesis de riesgo, atendiendo a los períodos de retorno de la inundación de 10, 100 y 500 años y el calado que se puede alcanzar. El alcance económico de las pérdidas se estima según la afección interior y exterior al edificio interior, así como las consecuencias en el equipamiento y actividad del edificio. Conocida la probabilidad de los sucesos y los daños que se producirían, se calcula el daño anual medio esperado por avenidas mediante un modelo matemático que integra los daños y sus frecuencias.

En el caso del Monasterio de Santa María de Huerta, los modelos disponibles no contemplan la posible rotura del muro exterior del recinto y el contacto del agua con el edificio, por lo que la valoración económica se centrará en evaluar las pérdidas estimadas en el episodio de 2018, así como el coste estimado de las medidas implementadas y complementarias.

Daños totales estimados (evento 2018):

DAÑOS ESTIMADOS		
TAREAS INMEDIATAS DE RECUPERACIÓN	- Achique - Desescombro - Eliminación del barro - Puesta a salvo de enseres	10.000 €
TAREAS DE RESTITUCIÓN DEL FUNCIONAMIENTO ORDINARIO	Limpiezas y reparaciones en drenaje, saneamiento, atarjea y canaletas Daños en centro de recepción de visitantes Daños en revestimientos de las plantas baja y semisótano Daños en foso y cabina de ascensor Daños en cuadros eléctricos e instalaciones eléctricas	24.300 € 8.000 € 6.000 € 5.000 € 5.000 €
MURO EXTERIOR	Daños en muro exterior	121.600 €
BIENES MUEBLES PATRIMONIALES	Reparación de retablos y custodias Reparación de plintos	42.000 € 10.000 €
BIENES MUEBLES NO PATRIMONIALES	Reparación de bancales de iglesia Cocinas: x6 fuegos industriales y almacenaje Lavandería: x1 lavadora, x1 lavadora industrial, x1 secadora industrial Casetas de acopios y almacenaje	5.000 € 6.500 € 13.700 € 5.000 €
SALA "DE PROFUNDIS"	Reejecución obras de excavación arqueológica y acondicionamiento	200.000 €
CESE DE ACTIVIDAD	Coste estimado por inutilización hasta recuperación	5.000 €
COSTE ESTIMADO TOTAL €		467.100 €

Coste estimado de las medidas de adaptación implementadas:

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN IMPLEMENTADAS		
CONSOLIDACIÓN DEL MURO EXTERIOR	Consolidación del muro exterior	121.600 €
COMPUERTAS DE EVACUACIÓN	Instalación de 2 compuertas de evacuación	30.000 €
NUEVO MURO Y RECUPERACIÓN DEL SISTEMA DE DRENAJE TRADICIONAL	Nuevo muro de contención con base de hormigón y gavión, peto de pies derechos y chapa, y puertas con sistemas de cierre permanente Recuperación del sistema de drenaje tradicional, canalización y evacuación hacia atarjea perimetral, y modificación de rasantes	64.700 € 60.000 €
COSTE ESTIMADO TOTAL €		276.300 €

Coste estimado de las medidas de adaptación complementarias:

MEDIDAS DE ADAPTACIÓN COMPLEMENTARIAS		
RECINTO INUNDABLE	Instalación de 2 compuertas para la entrada controlada de agua en el recinto Adaptación del recinto a la inundabilidad: - Alteraciones topográficas - Espacios verdes para ralentizar y drenar el agua - Eliminación de obstáculos - Edificaciones auxiliares en sentido de la corriente	30.000 € 100.000 € 182.239 €
BARRERAS TEMPORALES	Barreras temporales FLOODGATE o equivalentes: 13 barreras + 3 soportes	12.239 €
INSTALACIONES	Válvula antirretorno en la acometida de la red de saneamiento Bombas de achique y sistemas de alimentación ininterrumpida	3.000 € 37.000 €
COSTE ESTIMADO TOTAL €		182.239 €

Conclusiones:

- El Monasterio de Santa María de Huerta se encuentra en una ubicación muy vulnerable ante inundaciones, ya sean causadas por el río Jalón o por el barranco del Tejar. Se requiere información detallada sobre la afección generada por este último en el muro exterior y modelos que contemplen la entrada de agua en el recinto para poder establecer medidas de adaptación con mayor precisión.
- Como complemento a las transformaciones territoriales a largo plazo, la adaptación de edificios ofrece respuestas inmediatas frente a eventos para los que, en condiciones actuales, no existe capacidad de respuesta. En concreto, las barreras temporales son una solución económica y de fácil instalación, si bien están sujetas al buen funcionamiento de los protocolos de actuación. En el caso de Santa María de Huerta, resultan apropiadas como protección adicional ante eventos extremos, o para posibles puntos de entrada de agua durante obras de acondicionamiento.
- Al considerar la compatibilidad del recinto con la inundación, este actuaría como una infraestructura verde y azul, laminando la avenida y proporcionando beneficios tanto al monasterio como al núcleo urbano de Santa María de Huerta. Se enriquecen así los valores del patrimonio cultural, al aportar nuevos servicios ambientales y al establecer sinergias entre su conservación y la adaptación a los futuros condicionantes climatológicos tanto del bien como de su entorno.
- Dado el carácter recurrente de los eventos de inundación y su mayor frecuencia e intensidad debido a los efectos del cambio climático, es preciso considerar las potenciales pérdidas acumuladas en sucesivos episodios que se producirían en ausencia de medidas de adaptación, lo que justifica la inversión.
- El patrimonio cultural ha de ser objeto prioritario de adaptación al riesgo de inundación dada la importancia de sus valores simbólicos e identitarios. Los análisis beneficio/coste deben por tanto completarse con nuevos indicadores cualitativos y cuantitativos, e incorporar en la valoración los beneficios indirectos derivados de las medidas de adaptación, especialmente cuando estas proporcionan nuevos valores ambientales, económicos y sociales.

10. REFERENCIAS

- ***La Junta colabora en las tareas de limpieza de Santa María de Huerta (inundación 2015).***
Comunicación de la Junta de Castilla y León, 24.06.2015
https://comunicacion.jcyl.es/web/jcyl/Comunicacion/es/Plantilla100Detalle/1281372051501/_/1284438248978/Comunicacion

- ***La Junta inicia las obras para la protección y puesta en valor del edificio principal del Monasterio de Santa María de Huerta.***
Comunicación de la Junta de Castilla y León, 06.04.2018
https://comunicacion.jcyl.es/web/jcyl/Comunicacion/es/Plantilla100Detalle/1281372051501/_/1284795557011/Comunicacion?utm_source=suscripcion&utm_medium=rss&utm_campaign=rssComponente

- ***La Junta colabora en las tareas de limpieza de Santa María de Huerta (inundación 2018).***
Comunicación de la Junta de Castilla y León, 10.09.2018
https://comunicacion.jcyl.es/web/jcyl/Comunicacion/es/Plantilla100Detalle/1284247269455/_/1284823215030/Comunicacion

- ***La Junta destina más de 1,2 millones de euros a la reparación urgente del Monasterio de Santa María de Huerta y su entorno tras las últimas inundaciones.***
Comunicación de la Junta de Castilla y León, 19.09.2018
https://comunicacion.jcyl.es/web/jcyl/Comunicacion/es/Plantilla100Detalle/1284336153145/_/1284824805355/Comunicacion

- ***1,1 millones de euros para obras urgentes de reparación del Monasterio de Santa María de Huerta, en Soria.***
Comunicación de la Junta de Castilla y León, 11.10.2018
https://comunicacion.jcyl.es/web/jcyl/Comunicacion/es/Plantilla100Detalle/1281372051501/_/1281372051501/1284828662552/Comunicacion

- ***Formalizados los contratos de la primera fase de las obras de restauración del Monasterio de Santa María de Huerta.***
Comunicación de la Junta de Castilla y León, 28.11.2018
https://comunicacion.jcyl.es/web/jcyl/Comunicacion/es/Plantilla100Detalle/1281372051501/_/1284836548440/Comunicacion?utm_source=suscripcion&utm_medium=rss&utm_campaign=rssComponente