



La mejora y diversificación de la estructura de las riberas de los ríos, es una de las SbN más comunes. Foto: Álvaro López

Las SbN en la gestión del riesgo de inundación y restauración fluvial

Subdirección General de Protección de las Aguas y Gestión de Riesgos. DGA

Gonzalo Magdaleno

Jefe de sección

Javier Monte

Jefe de servicio

Mónica Aparicio

Jefa de área

Fernando Magdaleno

Subdirector Adjunto

**Francisco J. Sánchez
Martínez**

Subdirector General

La mejora y diversificación de la estructura de las riberas de los ríos, la reconexión de cauces secundarios y meandros, la mejora de la conectividad del río con las llanuras aluviales y la restauración de humedales, suelen ser las SbN más comunes aplicadas para mejorar el estado hidromorfológico de nuestros ecosistemas fluviales. En lo que respecta a inundaciones, las SbN empiezan a consolidarse como alternativas con mayor potencial de eficiencia, rentabilidad y sostenibilidad al que presentan las medidas “grises” convencionales

La expresión “soluciones basadas en la naturaleza” (SbN), empieza a usarse en 2008 y la Comisión Europea las define como soluciones que están inspiradas o basadas en la naturaleza y que, además de ser rentables, ofrecen beneficios ambientales, sociales y económicos y mejoran la resiliencia de los sistemas donde se aplican. En relación con la gestión del agua y ecosistemas fluviales, ni la Directiva Marco del Agua (DMA, Directiva 2000/60/CE) ni la Directiva de Inundaciones (DI, Directiva 2007/60/CE) mencionan explícitamente el término SbN, al haber sido publicadas con anterioridad a la fecha en la que éste empieza a aparecer en artículos y bibliografía. No obstante, en todo el proceso de implantación de ambas directivas en el marco de la Estrategia Común de Implementación de ambas Directivas, las referencias y propuestas de medidas en estos ámbitos son continuas y favorecidas de por la Comisión Europea en múltiples iniciativas. Así, por ejemplo, la Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA), en su *Informe sobre el Estado del Agua de 2018*, resalta la idoneidad de las NBS para la restauración de los ríos y de las llanuras de inundación.

La mejora y diversificación de la estructura de las riberas de los ríos, la reconexión de cauces secundarios y meandros, la mejora de la conectividad del río con las llanuras aluviales y la restauración de humedales, suelen ser las SbN más comunes aplicadas para mejorar el estado hidromorfológico de nuestros ecosistemas fluviales. En lo que respecta a inundaciones, las SbN empiezan a consolidarse como alternativas con mayor potencial de eficiencia, rentabilidad y sostenibilidad al que presentan las medidas “grises” convencionales.

En la última Comunicación de la Comisión Europea sobre el Pacto Verde de la UE se propone prestar más atención a las SbN como medidas para mejorar la adaptación al cambio climático y avanzar en el concepto de “economía azul”.

En el ámbito estatal, desde su puesta en marcha en 2006, la *Estrategia Nacional de Restauración de Ríos* (ENRR) ha tenido como principal objetivo la implementación de una serie de acciones que permitan la mejora del estado ecológico de nuestros ríos, inspiradas la mayor parte de ellas en soluciones basadas en la naturaleza.

Complementando la ENRR, gracias a la financiación aportada por el *Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático* en materia de gestión del agua y del dominio público hidráulico asociado (PI-MA-Adapta-AGUA), se han podido ejecutar los proyectos más importantes en el ámbito estatal de soluciones basadas en los servicios prestados por los ecosistemas acuáticos continentales dentro de la tipología de proyectos y actuaciones a desarrollar.

Asimismo, entre las metas contempladas en la reciente aprobada *Estrategia Nacional de Infraestructuras Verdes y de la Conectividad y Restauración Ecológica* se priorizan las SbN para la restauración de los hábitats y ecosistemas.

Por último, entre las conclusiones del III Congreso Ibérico de Restauración Fluvial, celebrado en julio de 2019, se considera que las infraestructuras verdes y las medidas naturales de retención de agua pueden y deben tener un papel relevante a la hora de plantear actuaciones multifuncionales que permitan recuperar espacio, procesos y funciones del ecosistema fluvial y, al tiempo, contribuir a reducir los riesgos de inundación.

Balance de las principales actuaciones ejecutadas en los últimos años

La restauración fluvial —entendida como aquel conjunto de actuaciones dirigidas a devolver a los ríos su estructura

y funcionamiento como ecosistemas— es quizás la expresión máxima de todas las soluciones basadas en la naturaleza puestas en práctica. La restauración fluvial es una de las medidas más importantes recogidas en los planes hidrológicos de cuenca (PHC) y en los planes de gestión del riesgo de inundación (PGRI) aprobados y en implantación en estos momentos. Los programas de medidas identifican unas 450 medidas relacionadas con proyectos de restauración fluvial. En torno a 235 millones de euros para el periodo 2016-2021 y más de 465 millones para el periodo 2022-2027.

Desde su lanzamiento en 2005, la ENRR ha hecho posible la mejora del estado de más de 550 km de ríos españoles. Las actuaciones realizadas con estos proyectos tienen el doble objetivo de mejorar, en lo posible, el estado de nuestros ríos y minimizar el riesgo de inundación que presentan. La inversión inicial llevada a cabo por este Ministerio en sus primeros años se vio reforzada en 2008 por la pue-

ta en marcha del Plan E y, posteriormente, desde el 2015, a través del Plan PIMA Adapta-AGUA.

Durante el periodo 2005-2010 se invirtieron un total de 361 millones de euros en actuaciones de conservación del dominio público hidráulico, que han supuesto más de 7400 pequeñas actuaciones.

La mayor parte de las intervenciones realizadas se han dirigido a mejorar el estado de las riberas de los ríos, así como fomentar la conectividad transversal, la conectividad longitudinal y a recuperar la morfología natural del río.

A partir de 2015, con la financiación del Plan PIMA Adapta-AGUA se ha podido dar continuidad a la ENRR abordando la restauración de nuevos tramos y mejorando el conocimiento y el seguimiento de los impactos del cambio global y el cambio climático, así como minimizar sus riesgos y aumentar la resiliencia frente al cambio climático.

Demolición de muro (barrera longitudinal) para conectar el cauce con la llanura de inundación (río Bernesga, León). La eliminación de muros, motas y diques existentes a lo largo de los ríos permite recuperar la continuidad en la dimensión transversal de los cauces.



El ejemplo de la conexión hidrológica y mejora de hábitats en el río Arga (Navarra) y el proyecto *Ebro Resilience*

La reconexión de los distintos meandros del tramo final del río Arga que quedaron cortados del cauce activo tras las obras de rectificación y canalización iniciadas en los años 60 del siglo pasado, fue una de las primeras propuestas de actuación de la ENRR en el año 2007.

El proyecto (<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/estrategia-nacional-restauracion-rios/Plan-PI-MA-ADAPTA-Rio-Arga-Fase-2.aspx>) se ha desarrollado hasta el momento en dos fases y está permitiendo recuperar el espacio fluvial con una anchura suficiente para que el cauce quede conectado con su llanura de inundación, creando un nuevo corredor ribereño, con más continuidad, complejidad y diversidad. Todo ello compatibilizándolo con las actividades humanas, la disminución del riesgo de inundación del núcleo urbano de Funes y Marciella y con el mantenimiento, conservación y mejora de los hábitats existentes para las especies protegidas presentes en la zona.

Las actuaciones en ejecución se ubican en la confluencia de los ríos Arga y Aragón y en el antiguo meandro de Soto Sardilla, perteneciente al río Arga, abarcando una longitud aproximada de 2 km que discurre en el término municipal de Funes, inmediatamente aguas abajo del núcleo urbano, ubicado en el sureste de la provincia de Navarra.

Llanura de inundación con humedales y canal trenzado (río Arga (T. M. Funes)). La reconexión de cauces secundarios y meandros o de las llanuras aluviales y la restauración de humedales suelen ser las SbN más comunes aplicadas para mejorar el estado hidromorfológico y ecológico de nuestros cauces.

La fase 1 del proyecto ya ha acabado, estando en estos momentos en un alto grado de avance la ejecución de la fase 2. Además, está previsto iniciar durante este año la tercera fase, que reconectará la entrada del meandro con el río Arga.

Desde el inicio de las obras, la recuperación del espacio fluvial ha puesto de manifiesto un incremento de la capacidad de transporte del río Arga y del río Aragón. Las avenidas frecuentes durante estos dos últimos años han circulado adecuadamente, disminuyendo los daños que causan las inundaciones y resultado un éxito absoluto entre los habitantes de la zona, que han superado el cierto rechazo inicial que existía en la zona al proyecto y que fue revertido gracias a la intensa colaboración entre el Ayuntamiento, el Gobierno de Navarra y la Confederación Hidrográfica del Ebro.

Este proyecto ha sido clave para desarrollar un proyecto aún más ambicioso para todo el eje del Ebro que está en fase de diseño, ya con las primeras obras en ejecución denominado *Ebro Resilience* (www.ebroresilience.com), que trabaja de forma coordinada con las Comunidades Autónomas y administraciones locales en la gestión del riesgo de inundación del tramo medio del río Ebro (en los 325 km que separan las localidades de Logroño y La Zaida), conformando una parte esencial del PGRI de la demarcación hidrográfica del Ebro.

Ebro Resilience tiene la misión de paliar el impacto de las inundaciones en los tramos de mayor riesgo del eje medio del río Ebro, mejorando la capacidad de respuesta de la población ante estos episodios e implementando medidas que, a su vez, contribuyan a mejorar el estado de las masas de agua y los hábitats fluviales. Tras las sucedidas en 2015 se puso de manifiesto la necesidad de poner en marcha un plan de medidas que permitiera aumentar la resiliencia del tramo al fenómeno de las inundaciones.

Ebro Resilience está permitiendo la transición desde el modelo tradicional de gestión del riesgo de inundación hacia uno nuevo, con soluciones basadas en la naturaleza. El modelo tradicional de construcción y reparación de motas y

Ámbito del proyecto en el meandro de Soto Sardilla y confluencia de los ríos Arga-Aragón (T. M. Funes). Los meandros ayudan a disipar la energía de las crecidas, dando lugar, con frecuencia, a la formación de humedales.





Llanura de inundación con humedales y canal trenzado (río Arga (T. M. Funes)). La reconexión de cauces secundarios y meandros o de las llanuras aluviales y la restauración de humedales suelen ser las SbN más comunes aplicadas para mejorar el estado hidromorfológico y ecológico de nuestros cauces.

Desde su puesta en marcha en 2006, la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos (ENRR) ha tenido como principal objetivo la implementación de una serie de acciones que permitan la mejora del estado ecológico de nuestros ríos, inspiradas la mayor parte de ellas en soluciones basadas en la naturaleza

las denominadas “limpiezas y dragados” se ha demostrado ineficaz por diversos motivos, entre otros, porque el efecto deseado ni disminuye el riesgo de inundación de forma significativa ni además el efecto se mantiene en el tiempo. El tramo tiende a regresar a su estado natural de manera espontánea, provocando la ineffectividad a corto plazo de las medidas ejecutadas y la exigencia de un mantenimiento periódico continuo. Además, se producen consecuencias indeseadas de efecto retardado como puede ser la incisión del cauce, socavación y descalce de infraestructuras, la acumulación y concentración puntual de sedimentos. Estos problemas se aprecian décadas después de haberse ejecutado las obras, y algunos de ellos son de difícil solución y,

en todos los casos, implican elevados costes de mantenimiento. Estas actuaciones suelen resultar agresivas en los espacios naturales donde se ejecutan (el 65 % del tramo medio del Ebro está catalogado como Red Natura 2000 o cuenta con alguna otra figura de protección ambiental), lo que motiva que cada día sea más frecuente que este tipo de actuaciones despierten una mayor oposición social por el alto impacto ambiental y sobre todo por la poca efectividad de las medidas tradicionales, que año tras año fracasan en la mitigación del riesgo de inundación de la zona.

Frente a este antiguo modelo, el nuevo modelo de soluciones basadas en la naturaleza se inspira y aprovecha las dinámicas hidromorfológicas naturales de los tramos para mantener la capacidad de desagüe. Estas soluciones reducen la necesidad de mantenimientos periódicos y alargan la vida útil de las defensas frente a inundaciones, al someterlas a menores presiones hidráulicas. El modelo SbN requiere, por un lado, recuperar el espacio fluvial aledaño al cauce y, por otro, adaptar los usos y aprovechamientos de ese espacio a las crecidas que ocurren en él periódicamente.

El primer proyecto en ejecución del programa *Ebro Resilience* está en estos momentos ya en ejecución en el río Ebro en Alfaro (La Rioja), retranqueando motas y creando humedales asociados al río Ebro. Igualmente están en distintas fases de redacción otros proyectos a lo largo del río, así como el fomento de la continuidad fluvial en todo el tramo, la lucha contra especies invasoras y la adaptación y mejora de la protección de las edificaciones más sensibles en la zona, incluyendo las explotaciones agrarias y ganaderas.

El ejemplo del río Júcar en Cuenca

Otro ejemplo de soluciones basadas en la naturaleza utilizadas para mitigar el riesgo de inundación son las actuaciones llevadas a cabo en el río Júcar en Cuenca, en concreto en el tramo que se encuentra en el entorno del Parque de la Alameda y el Recinto ferial, en donde se encuentra el Hospital y Clínica “Recoletas de Cuenca” y la residencia geriátrica “Alameda”. Ambas edificaciones, clasificadas de especial peligrosidad en el PGRI del Júcar están ubicadas en la margen derecha del río Júcar y al inicio del proyecto estaban ubicadas en la zona inundable de alta probabilidad. De hecho, las afecciones por el desbordamiento de las aguas ante una avenida de 10 años de periodo de retorno ya son considerables.

Las actuaciones, que en estos momentos están en las últimas fases de ejecución, se realizaron en un tramo del río Júcar y en otro del río Moscas. En el del Júcar se localizaron entre el puente de San Julián y la confluencia con el río Moscas en la ribera de la Alameda, con una longitud aproximada de 1,5 km. En el del Moscas, comprendieron el tramo desde su confluencia con el Júcar y el segundo puente de la ronda oeste, de 1 km aproximado de longitud (<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/estrategia-nacional-restauracion-rios/Plan-PI-MA-ADAPTA-Jucar-Moscas-Cuenca.aspx>).

Los objetivos principales del proyecto fueron los siguientes:

- Disminución de la peligrosidad y del nivel de riesgo existente en el tramo como consecuencia de inundaciones, fundamentalmente el referente a las afecciones a instalaciones sanitarias y de emergencia.
- Mejorar el estado ecológico general de las masas de agua, actuando principalmente sobre la biodiversidad y las condiciones hidromorfológicas del cauce.
- Mejorar y recuperar la vegetación de ribera autóctona y el hábitat asociado a la misma, fomentando el desarrollo de especies nativas y el control de las especies invasoras.

- Compatibilizar el espacio fluvial con el uso recreativo y público, mejorar la ordenación del territorio y la gestión de la exposición en las zonas inundables.

Las actuaciones más relacionadas con soluciones basadas en la naturaleza se consiguieron a través del incremento del espacio fluvial, retranqueando o eliminando las motas situadas en ambas márgenes, ampliando el espacio del río y mejorando las obras de drenaje transversal de la carretera N-400, así como revegetando las riberas y retirando los escombros existentes.

Desde el inicio de la obra, se pudo ver la eficacia de las medidas, puesto que en la DANA de diciembre de 2019 la avenida del río Júcar no produjo ningún daño en el entorno, en especial en los complejos sanitarios, que se hubiesen inundado de no ser por esta actuación.

El ejemplo del proyecto LIFE IP DUERO

El descenso de los niveles en las masas de agua subterránea del centro de la cuenca del Duero, unido a la pérdida de calidad del agua, ha llevado al organismo de cuenca a estudiar con detalle soluciones para abordar este problema. Una de ellas es el proyecto LIFE IP-RBMP DUERO (<http://www.lifeduro.eu>) que trata sobre el desarrollo integrado del PHC en la zona sur del Duero, en el territorio delimitado por las cuencas de los ríos Arealillo, Zapardiel y Trabancos, y la masa de agua subterránea de Medina del Campo. Se inició en 2018 y se prolongará hasta el 2027.

De los tres cauces mencionados, el río Trabancos es el que presenta mejores condiciones de conservación, pero no está exento de alteraciones de todo tipo a largo de su cauce. Con este proyecto LIFE se pretende renaturalizarlo con medidas que comprenden la eliminación de obstáculos transversales, motas, recuperación de antiguos brazos y recuperación del bosque de ribera.

“Ebro Resilience” está permitiendo la transición desde el modelo tradicional de gestión del riesgo de inundación hacia uno nuevo, con soluciones basadas en la naturaleza. El modelo tradicional de construcción y reparación de motas y las denominadas “limpiezas y dragados” se ha demostrado ineficaz por diversos motivos, entre otros, porque el efecto deseado ni disminuye el riesgo de inundación de forma significativa ni el efecto se mantiene en el tiempo



Hospital – Clínica “Recoletas de Cuenca”: Desbordamiento de las aguas por una avenida del Júcar en diciembre de 2019. La movilización de la mota existente entre el cauce y el complejo hospitalario evitó que el agua alcanzara el edificio.

En las últimas décadas se ha venido haciendo un esfuerzo importante para mejorar la continuidad de los ríos españoles, habiéndose eliminado ya más de 330 azudes y otras pequeñas presas. Lo mismo puede decirse de las escalas y pasos para peces. Se han construido 226 escalas de peces, la mayoría de ellas a partir de la aprobación de la ENRR

Por lo que respecta al río Zapardiel, este cauce se encuentra muy afectado por el uso intensivo del suelo para la actividad agrícola y la sobreexplotación de las aguas subterráneas. El mayor problema lo constituye la constricción del cauce en algunas zonas y la ocupación del espacio aluvial. La mejora de la conectividad lateral y la recuperación del espacio fluvial resultan muy importantes para laminar las avenidas y disminuir los daños que éstas suelen ocasionar.

En el caso del río Arevalillo, se encuentra prácticamente encauzado con motas en toda su longitud, detectándose en algunos puntos una diferencia de 3 m entre el fondo del lecho y la cresta de la mota. Esto impide el desarrollo de la vegetación de ribera y genera un mayor riesgo de inundación aguas abajo, debido al aumento de la velocidad y la energía potencial del agua en el tramo.

En el tramo donde confluye con sus afluentes (los ríos Rivilla y Merdero) la problemática es, si cabe, más compleja. Además de la rectificación comentada, la existencia de vertidos al cauce provoca un crecimiento desmesurado de especies invasoras (espadañas), disminuyendo no sólo la biodiversidad del ecosistema fluvial sino también, la sección hidráulica del cauce.

Además, es importante resaltar la relación existente de estos ríos de meseta con el acuífero, y la importancia de la

protección de las aguas subterráneas para la conservación de estos ríos y otros ecosistemas acuáticos como humedales y terrestres asociados.

Teniendo en cuenta la problemática anterior, para los ríos Zapardiel y Trabancos se han propuesto las siguientes líneas de actuación:

- Mejora de la conectividad lateral del cauce con el llano aluvial, a través de la retirada de los obstáculos que confinan el cauce (motas y obras de defensa). Se pretenden eliminar 70 km de motas del río Zapardiel.
- Mejora de la continuidad longitudinal del sistema fluvial, mediante la eliminación de obstáculos existentes (pasos infranqueables), la recuperación de antiguos brazos como canales de avenida y la limpieza y restauración de la vegetación de ribera.
- Recuperación de la zona de servidumbre de paso mediante camino de acceso y banda arbórea en límite exterior.

Por su parte, para el río Arevalillo se propone lo siguiente:

- Restauración ecológica fluvial mediante la mejora de la conectividad transversal (eliminación de motas en un tramo de 10 km, recuperación de antiguos meandros y de la vegetación de ribera y su conexión con los hume-



dales, vegas y pastos tradicionales de la zona; ecosistemas de un alto valor ecológico que históricamente han dependido de su íntima conexión con el río).

- Mejora de la conectividad longitudinal (eliminación de obstáculos transversales como los azudes) y de la gestión de la vegetación existente en el cauce.
- Protección ante las avenidas de los puntos sensibles identificados (recreciendo la mota en la margen derecha del desvío del río Arevalillo a su paso por el núcleo de Papatrigo, construyendo una escollera en el punto de confluencia del arroyo Rivilla con el río Arevalillo, mejorando el canal de derivación existente de la margen izquierda del núcleo de Papatrigo).
- Recarga de la masa de agua subterránea de Medina del Campo, derivando agua desde la balsa de Magazos hasta la Charca de Narros.

Este proyecto está iniciando su ejecución en estos momentos y mejorará notablemente la gestión del medio fluvial en la zona durante los próximos años.

Ejemplos de experiencias en continuidad longitudinal

La dimensión longitudinal de los ríos representa el eje central a través del cual se mantiene la continuidad de los flujos, se transfiere materia y energía desde las partes más

altas a las más bajas y se desarrollan un mosaico de hábitats fluviales conectados entre sí a lo largo del corredor fluvial.

Los ríos en buen estado ecológico tienen continuidad longitudinal en sus caudales sólidos y líquidos a lo largo del eje del cauce y suelen presentar una sinuosidad creciente aguas abajo. Por ello, cualquier estructura transversal al eje como azudes, presas, vados, obras de drenaje transversal..., suponen una barrera física para la continuidad de los caudales circulantes y el transporte de sedimentos, impidiendo también el paso de las especies piscícolas.

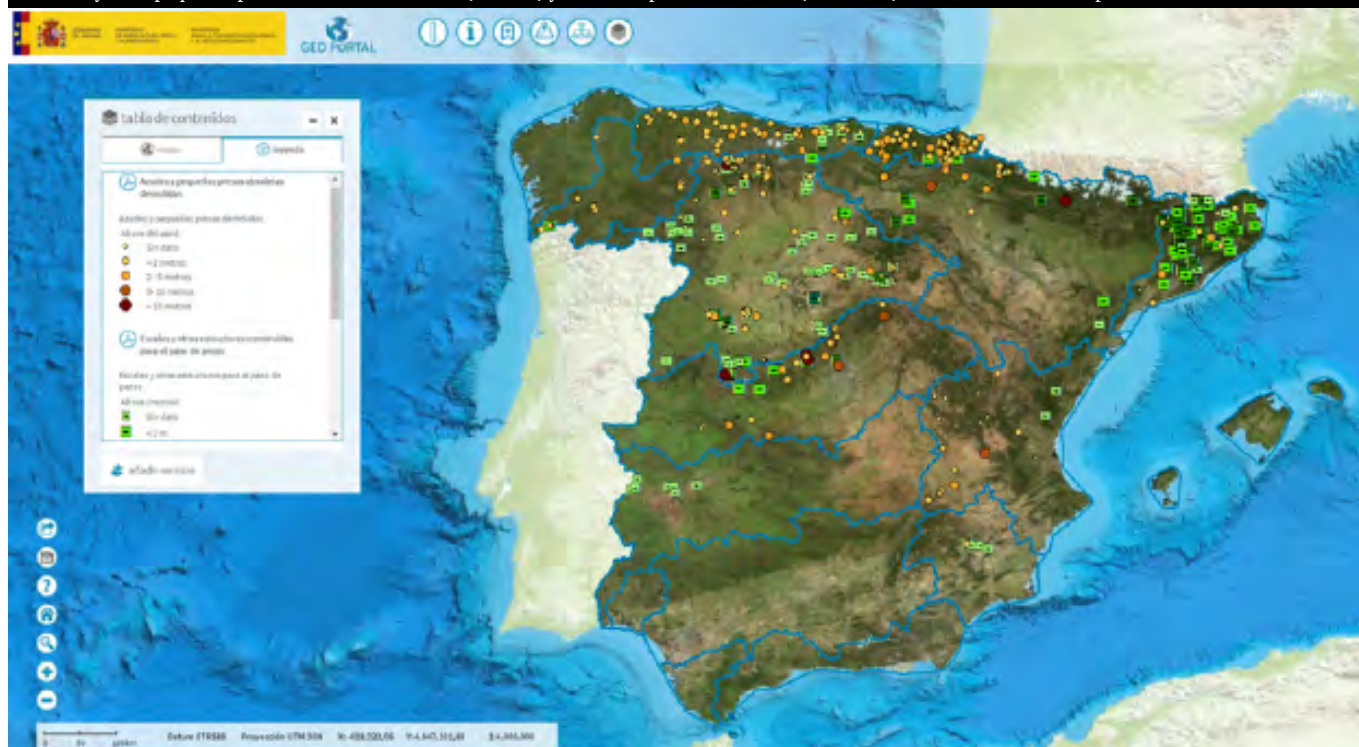
De acuerdo con los datos preliminares del inventario de barreras artificiales de los ríos españoles —en elaboración— se estima la existencia de unos 25 000 obstáculos transversales en nuestros cauces. Menos de un 3% está permeabilizado haciendo posible el paso de peces. Se estima igualmente que un 80% de estas barreras podrían técnicamente permeabilizarse. En torno a un 12% de estos obstáculos ya no están en uso.

En las últimas décadas se ha venido haciendo un esfuerzo importante para mejorar la continuidad de los ríos españoles, habiéndose eliminado ya más de 330 azudes y otras pequeñas presas. Lo mismo puede decirse de las escalas y pasos para peces. Se han construido 226 escalas de peces, la mayoría de ellas a partir de la aprobación de la ENRR.

Mota (río Arevalillo, Albornos). Las motas canalizan los cauces e impiden la laminación de las avenidas en las llanuras aluviales.



Azudes y otras pequeñas presas obsoletas demolidas (círculos) y escalas de peces construidas (cuadrados) desde el año 2006. Geoportal MITECO.



Proyectos de restauración de ríos en tramitación actualmente en el marco de la ENRR y de PIMA-Adapta AGUA



Conclusiones y líneas de actuación futuras

Aunque las soluciones basadas en la naturaleza siempre han estado ahí, su empleo como opción preferente en los proyectos de restauración fluvial y de gestión del riesgo de inundación es realmente muy reciente. La ENRR está contribuyendo a su generalización de forma importante.

El MITERD sigue apostando por este tipo de soluciones y por la restauración fluvial como herramienta para combatir el cambio climático y los riesgos de inundación de nuestros cauces. La modificación de las estructuras de las riberas de los ríos, la reconexión de remansos o de las llanuras aluviales y la restauración de humedales se encuentran entre las soluciones basadas en la natu-

raleza más comunes, aplicadas para mejorar el estado hidromorfológico de nuestros cauces. En los proyectos para disminuir el riesgo de inundación, este tipo de soluciones ofrecen mayor potencial de eficiencia, rentabilidad y sostenibilidad, en ocasiones, al que presentan las medidas convencionales.

Con seguridad, las futuras revisiones de la DMA y de la DI incorporarán las SbN en sus textos legales. Entre los principales elementos de la Estrategia de la UE sobre Biodiversidad para 2030 se incluye la restauración de la continuidad longitudinal de 25 000 km de ríos europeos. España contribuirá con 3000 km de nuestros ríos a ese compromiso y hasta 20 000 ha de humedales.

