

## Manejo de sedimentos fluviales en la parte española de la cuenca del Duero



Los sedimentos son la parte más olvidada de la gestión fluvial. A pesar de que un río es un sistema trifásico, integrado por agua, sedimentos y biota, históricamente sólo se ha prestado atención al agua y, más recientemente, a la biota, quedando los sedimentos relegados a ocasionales estudios de erosión de cuencas vertientes y de colmatación de embalses o a actuaciones hidrológico-forestales para evitarlos. En general, siempre se han visto como un problema, de ahí que se hayan realizado tantas obras y actuaciones de eliminación de los mismos mediante el dragado de ríos y la autorización de minería de los lechos fluviales y de sus márgenes.

Los sedimentos juegan un papel esencial en la construcción del ecosistema que compone el edificio fluvial junto con las llanuras de inundación. De ahí que, en el seno de la Unión Europea, y como consecuencia del desarrollo del sistema de indicadores de calidad de las masas de agua, se empiece a dar a los sedimentos fluviales la importancia que merecen. Por otra parte, al movilizarse durante las crecidas, introducen un gran factor de incertidumbre y amenaza en el análisis de riesgos por inundación.

Estos aspectos empiezan por fin a tomarse en consideración, aunque de una forma tímida. Un primer paso es la Guía de buenas prácticas de manejo integrado de sedimentos (documento nº 1) que se redacta para mostrar cómo llevar a cabo un Plan de Manejo de Sedimentos a nivel de demarcación hidrográfica. Estos planes, bien por separado o integrados con los hidrológicos de cuenca, van a ser una realidad en el cuarto ciclo de planificación que ya ha comenzado.

En la parte española de la cuenca del Duero este aspecto nos ha preocupado desde hace años y se han llevado a cabo varias actuaciones y experiencias relacionadas con la gestión de sedimentos que pasamos a relacionar según su naturaleza.

### 1. Normativa

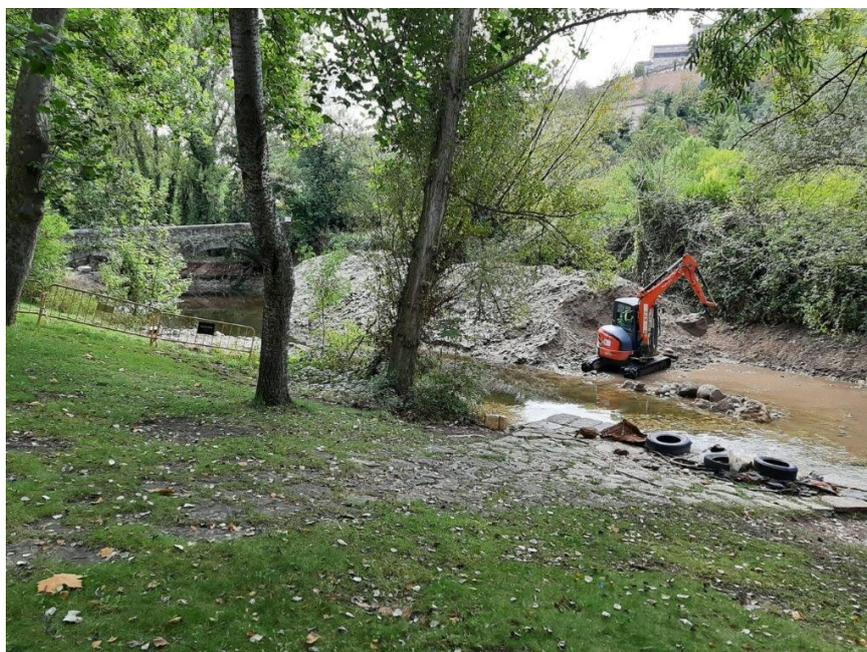
La normativa del Plan Hidrológico del Duero fue pionera a nivel nacional, incorporando desde el plan aprobado en junio de 2013, revisado en enero de 2016 y vuelto a revisar recientemente en febrero de 2023, un artículo relativo a los caudales sólidos.

En la segunda revisión que es la que está en vigor, la publicada en febrero de 2023 (<https://www.boe.es/boe/dias/2023/02/10/pdfs/BOE-A-2023-3511.pdf>), es el artículo 26 que dice:

*Artículo 26. Caudal sólido*

- *El transporte natural de material sedimentario sólido, mediante suspensión, saltación o rodamiento, se reconoce como parte integrante del caudal natural de los ríos, esencial para su evolución y desarrollo morfológico.*
- *En las operaciones que se lleven a cabo de sueltas extraordinarias desde embalse, programadas se estudiará la viabilidad de realizar aportes aguas abajo de la presa de los sedimentos correspondientes en cantidad y naturaleza a los que transportaría dicho caudal en condiciones naturales. Si aguas debajo de la presa existe otro embalse cuya curva de remanso llega a la presa desde la que se va a hacer la operación o está próxima a la misma, no existiendo un tramo de cauce que pueda verse alterado, no se considera necesaria dicha actuación.*

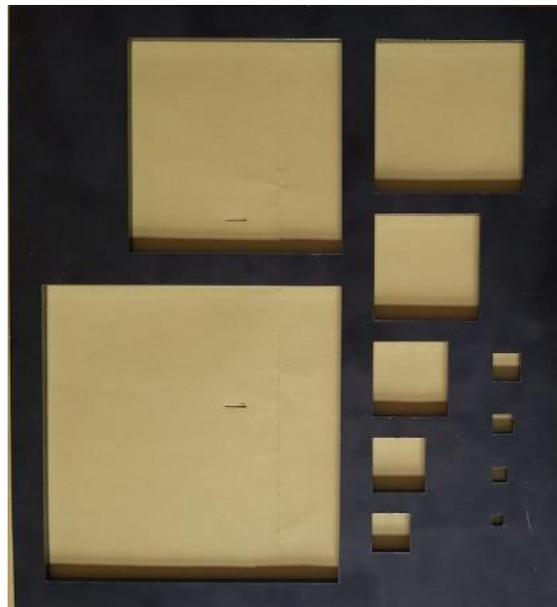
Este artículo ha sido aplicado para justificar, por ejemplo, la imposición a los titulares de azudes que solicitan la retirada de sedimentos acumulados en sus vasos para que los depositen aguas abajo del mismo, de tal forma que el río siga disponiendo de ese material que movilizarán los caudales de crecida ordinaria y extraordinaria. También podría utilizarse en los casos en que, en aplicación del artículo 126. bis, del RDPH, se imponga al titular de una explotación de chopos que elimine una mota y vierta el material al río de dónde procede.



Actuación de dragado del azud de la Casa de la Moneda sobre el Eresma a su paso por Segovia. Se autorizó al ayuntamiento su realización con la condición de que los residuos fueran retirados y el sedimento fuera devuelto al río depositándolo en el cauce aguas abajo de la actuación

En cuanto al aporte de materiales aguas abajo de las presas en las que se lleven a cabo maniobras de desembalse extraordinario, bien por medidas de seguridad o para aplicar los mal

llamados caudales “generadores”<sup>1</sup>, no tenemos experiencia en la cuenca del Duero, aunque seguimos con interés las que están llevando a cabo otros organismos de cuenca como la Agencia Catalana del Agua y tenemos intención de llevar a cabo alguna experiencia en un futuro próximo.



Galga de toma de datos en campo de textura de sedimentos

- **Estudios**

Sabemos que, hace años, se han llevado a cabo estudios de sedimentación en embalses del Estado, si bien no hemos tenido acceso a esa información.

Recientemente se ha llevado a cabo un estudio de sedimentación en el embalse de Villameca (río Tuerto) por encargo de la Comisaría de aguas de la CHD (documentos nº 2.1, 2.2 y 2.3), siguiendo la metodología que puso a punto Alfonso Pisabarro en su tesis doctoral titulada “Cambio global y respuestas ambientales en la Cordillera Cantábrica. El alto Pisuegra” (documento nº 3), en la que llevaba a cabo, entre otros, un estudio de los depósitos de material sedimentario de la cola del embalse de La Requejada (río Pisuegra) que le permitían analizar los cambios de uso del suelo en la cuenca vertiente al embalse y aspectos climáticos tales como el patrón de lluvias e innivación en la cabecera.

Con motivo de un ensayo de caudal “generador” llevado a cabo en el citado embalse de La Requejada, aprovechamos para estudiar y monitorizar diferentes aspectos de la crecida generada (documentos nº 4.1 y 4.2). Entre otras cuestiones, se colocaron aguas abajo de la presa varias fracciones de gravas pintadas con colores diferentes, en función de la granulometría y se estudió su desplazamiento. La conclusión es clara, estos caudales movilizan el material del lecho del cauce en función del caudal (cosa que ya sabíamos, pero no habíamos cuantificado). Es decir

---

<sup>1</sup> Un caudal generador es aquel que moviliza el material del lecho del río. También se llama caudal de “bankfull” en la bibliografía anglosajona. Su objetivo es el de movilizar las barras de gravas en ríos que tengan el régimen de crecidas alterado con motivo de la regulación de caudales debida a las grandes presas. De esta forma se produce una regeneración del lecho y de los hábitats. Si el caudal generador presenta un déficit de entrada de sedimentos, su onda se trasladará a lo largo del cauce, produciendo movilización sin suministro con lo que se produce incisión progresiva.

que un caudal “generador” aguas abajo de una presa que intercepte el caudal sólido de fondo, produce un incremento de la incisión convirtiéndose en un caudal “de-generator” del cauce, tal y como Lane, mediante su conocida balanza, ya predijo hace muchos años.



Fraciones de diferentes tamaños de gravas pintadas para medir parámetros hidráulicos en el ensayo de caudal generador del embalse de La Requejada

El estudio más completo de incisión en un río, en este caso no de tipo progresivo, como es la que generan las grandes presas, sino regresivo o remontante, debido a extracciones masivas de sedimentos del lecho destinados a la construcción y obra pública y a la canalización del tramo urbano, es el que se ha llevado a cabo en el río Bernesga aguas abajo de León (documento nº 5) que nos ha servido de base para llevar a cabo algunas de las actuaciones que luego se relacionan.



Incisión acelerada en el río Bernesga. La foto es muy elocuente ya que se observa un gavión que se construyó por debajo del lecho original, cuando ya se había producido una incisión notable, que ha quedado colgado ya que el río sigue incidiendo excavando las arcillas infrayacentes al aluvial de gravas y cantos rodados

Aplicando parte de la *metodología general para el desarrollo de una cartografía básica de ríos proclives a la incisión* y la acreción elaborada por investigadores de la Universidad Politécnica de Cataluña (documento nº 7) se han llevado a cabo estudios de incisión/acreción en los ríos Esla (documento nº 8) y Tormes (documento nº 9).



Medida de la textura de sedimentos aluviales en la Garganta de Bohoyo, alto Tormes (Ávila)

En este momento nos encontramos estudiando la cabecera del río Tormes, en Ávila, hasta el embalse de San Fernando, ya en la provincia de Salamanca, con investigadores de la Universidad Politécnica de Cataluña. Se trata de un escenario fluvial muy interesante, con una gran carga de fondo de tamaño medio muy alto, en torno a 100 mm, que refleja su gran energía. No en balde nos encontramos aquí con las cotas más altas de la cuenca del Duero (pico Almanzor, 2591 m.s.n.m.), en un ambiente de alta montaña con elevada innivación y abundantes precipitaciones invernales. La ventaja de este escenario, con una cuenca vertiente de unos 4000 km<sup>2</sup>, es que sólo tiene un gran embalse con capacidad de intercepción total de la carga de fondo, el citado de San Fernando, que lleva en operación desde el año 1990. Estimar el volumen integrado de sedimentos acumulados en un periodo de tiempo conocido y con un régimen de caudales líquidos registrado, creemos que nos permitirá calibrar un modelo de transporte de caudal sólido de fondo.

- **Actuaciones en cauces**
- Río Órbigo

En el río Órbigo se vienen llevando a cabo adiciones de gravas previamente dragadas del cauce y utilizadas para la construcción de motas de defensa para que “no se inunden las choperas”. Estas actuaciones tienen tres funcionalidades: recuperar espacio fluvial, para que el caudal de crecida se expanda y se laminen las avenidas, con todos sus beneficios asociados tales como riego y fertilización; corregir fenómenos de incisión, devolviendo al río lo que es del río; y evitar consumos innecesarios de energía transportando ese material a lugares alejados del mismo.

En total se han llevado a cabo cuatro experiencias en dicho río, la más reciente una actuación de retirada de sedimentos del azud de Santa Marina del Rey que se han depositado aguas abajo del mismo.

El resumen de actuaciones llevadas a cabo en este río es el siguiente:

Veguellina de Órbigo 9.500 m<sup>3</sup> procedentes de la retirada de la mota existente de la localidad de Castrillo de San Pelayo (t.m. de Villazala) y Villoria de Órbigo (t.m. de Villarejo de Órbigo). (año 2015)

En el Puente Paulón en la localidad de Requejo de la Vega (t.m. de Soto de la Vega) se aportaron 14.000 m<sup>3</sup> procedentes de la retirada de mota de la confluencia de los ríos Órbigo y Tuerto en el año 2015 y 2.300 m<sup>3</sup> en el año 2022 procedentes de la retirada de mota en el río Tuerto en la localidad de Santa Colomba de la Vega (t.m. de Soto de la Vega)



Depósitos de parte de los sedimentos extraídos del embalse que forma el azud de Santa Marina del Rey, en el río Órbigo, y depositados aguas abajo del mismo para que los remobilice el río en crecida

Las dos actuaciones de retirada de sedimentos acumulados en el azud de Santa Marina han supuesto 23.680m<sup>3</sup> devueltos al río en los años 2021 y 2022.

- Río Esla

En la localidad de Santibáñez de Rueda (t.m. de Cistierna) se aportaron 4.080 m<sup>3</sup> procedentes de la retirada de la mota existente en la misma localidad (año 2020).

- Ríos Bernesga y Torío

En relación con el estudio de incisión del Bernesga que se comentó en el apartado anterior, se han llevado a cabo varias actuaciones de eliminación de motas, aperturas de brazos y movilización de sedimentos en zonas aluviales descolgadas por la propia incisión que ha producido el encajamiento del río en las arcillas terciarias infrayacentes a la desaparecida montera aluvial cuaternaria. Estas actuaciones han consistido en la aportación de los sedimentos en el propio río Bernesga y su afluente el Torío, aguas arriba de León. En total se

estiman en unos 37.500 m<sup>3</sup> los aportados al río Bernesga y 14.000 m<sup>3</sup> al río Torío. Estas actuaciones se han realizado en los años 2021 y 2022.

Adicionalmente, en el Bernesga, aguas abajo de la ciudad de León, se han aportado sedimentos de “oportunidad” de todas aquellas actuaciones cercanas a la zona de actuación de retirada de motas, excavaciones de zanjas del Ayuntamiento de León y otras actuaciones en las que aparecen materiales aluviales que son beneficiosos para el dph. La aportación total desde el año 2015 es de unos 25.000 m<sup>3</sup>.



Montones de sedimentos procedentes de la eliminación de una mota depositados en el cauce de aguas bajas del río Bernesga, para su movilización en crecida, aguas arriba de la ciudad de León

- Ríos Arevalillo y Zapardiel

En el marco del proyecto Life IP RBMP DUERO se han llevado a cabo obras de eliminación de motas en los ríos Arevalillo (términos municipales de Albornos y Narros de Saldueña) y Zapardiel (términos municipales de Tordesillas y Lomoviejo) que han sido parcialmente vertidas al cauce, unos 109.000 m<sup>3</sup> en el caso del Arevalillo y algo más de 40.000 m<sup>3</sup> en el caso del Zapardiel.



Eliminación de mota y vertido de la misma en el cauce del río Zapardiel. Estos ríos de llanura, muy transformados por todo tipo de presiones (extracciones de aguas superficiales y subterráneas, canalizaciones, dragados, ocupación por cultivos de las zonas inundables...) no reciben la atención debida, ya que tienen un potencial muy grande de laminación de avenidas recuperando parte de sus llanuras de inundación, así como la recuperación de hábitats fluviales y parafluviales de gran interés

- Ríos Sequillo y Valderaduey

En los ríos Valderaduey y su afluente, el Sequillo, se han llevado a cabo varias actuaciones de eliminación de motas echadas total o parcialmente al cauce. En total se estiman unos 79.900 m<sup>3</sup> devueltas al Sequillo (documento nº 10), en el término de Belver de los Montes (Zamora) y 84.540 m<sup>3</sup> al Valderaduey (documento nº 11), en el término de Cañizo (Zamora) y otros 45.000 m<sup>3</sup> en términos de Monfarracinos, Zamora Benegiles y Aspariegos (Zamora).



Retirada de mota y vertido de la misma al cauce del río Sequillo, Belver de los Montes (Zamora)

- Río Castrón

En el río Castrón, aguas arriba y abajo de la localidad de Litos (término municipal de Ferreras de Abajo, Zamora) se han eliminado motas en ambas márgenes para recuperar conexión con la llanura de inundación y capacidad de laminación natural, recuperado un cauce antiguo que fue inutilizado en un encauzamiento y vertido al río unos 9000 m<sup>3</sup> de sedimentos, para compensar el proceso de incisión que se estaba produciendo.



Cauce del Castrón canalizado y con mota y obras de inyección de sedimentos procedentes de la mota

Valladolid, junio de 2023

Ignacio Rodríguez Muñoz

Comisaría de Aguas. Confederación Hidrográfica del Duero