

Sedimentos, dinámica fluvial e impactos en el curso bajo del río Nalón (Asturias)

Dossier de la salida de campo (13/11/2025)

II Jornadas de Morfodinámica Fluvial y Observatorio de Sedimentos en Ríos



Elena Fernández Iglesias^{1*}, Gil González Rodríguez¹, María Fernández García¹; Laro Incera Sañudo¹, Rosana Menéndez Duarte^{1,2}, Vero Moro García¹, Daniel Vázquez Tarrío³, María Esperanza Martínez Puebla⁴

¹ Instituto de Recursos Naturales y Ordenación del Territorio (INDUROT), Universidad de Oviedo. Campus de Mieres, C/Gonzalo Gutiérrez Quirós s/n, 33600 Mieres (Asturias). elena.indurot@uniovi.es

² Departamento de Geología, Universidad de Oviedo. C/ Jesús Arias de Velasco s/n, 33005 Oviedo (Asturias).

³ Instituto Geológico y Minero de España –CSIC, C/Matemático Pedrayes,25, Oviedo (Asturias)

⁴ Confederación Hidrográfica del Cantábrico, Plaza de España, 2, 33007 Oviedo (Asturias)

Contenido

1. INTRODUCCIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO	1
2. EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL RÍO NALÓN DESDE EL AÑO 1945	4
3. VISITAS DE CAMPO	7
3.1. PARADA 1: MEANDRO DE VILLAMARÍN (T.M. Candamo)	8
3.3.1. Baipás sedimentario	8
3.1.2. Técnicas de monitorización de sedimento	12
3.2. PARADA 2: PRAVIA. Mejora del bosque de ribera mediante bioingeniería	14
4. BIBLIOGRAFÍA	18

1. INTRODUCCIÓN Y ÁREA DE ESTUDIO

El río Nalón drena la cuenca hidrográfica de mayor extensión de la vertiente norte de la Cordillera Cantábrica, con una superficie de 4895 km², abarcando casi el 50% del territorio de la provincia de Asturias. Su cauce principal tiene una longitud de 153 km, salva un desnivel de 2414 m y muestra una importante presencia de sedimento

transportado como carga de fondo, siendo el río que alimenta a la mayor parte de los grandes arenales costeros de la zona central de Asturias.

El tramo inferior del Nalón, de unos 50 km de longitud, ubicado entre la localidad de Trubia y la desembocadura en el mar Cantábrico, presenta dos ámbitos diferenciables. El primero, ubicado entre el embalse de El Furacón hasta la confluencia con el río Narcea, de unos 32 km de longitud, con una superficie de cuenca de 2900 km², un caudal medio anual de 77 m³/s y una anchura media de cauce de 97 m. El segundo tramo, ubicado tras la confluencia con el río Narcea (cuya cuenca hidrográfica es de 1857 km²), con un caudal medio anual de 119 m³/s. Presenta una longitud de unos 7 km hasta el Dominio Público Marítimo Terrestre y una anchura media de cauce de 111 m, prolongándose después otros 11 km en un cauce fluvioestuarino hasta la desembocadura en el mar Cantábrico.

Se trata de un río que ha presentado durante las últimas décadas un trazado meandriforme que recorre llanuras de alta inundabilidad (T=10 años) a lo largo de un valle de unos 400 m de anchura media, aunque tras la confluencia con el río Narcea alcanza valores de hasta 1400 m. La avenida de junio de 2010, una de las más importantes registradas en el bajo Nalón desde que se dispone de registros, alcanzó un caudal máximo de 3100 m³/s a la altura de Pravia.

El cauce y zona inundable de este tramo inferior se encuentra prácticamente ausente de canalizaciones ni rellenos artificiales de entidad, formando parte de la Zona de Especial Conservación (ZEC) Río Nalón (ES1200029). No obstante, mencionar la presencia de los rellenos ligados a infraestructuras viarias (ferrocarril, y carreteras) que discurren preferentemente por la periferia de los fondos de valle, además de algunas edificaciones en zona inundable en las poblaciones de San Román, Pravia y Peañullán.

Durante las últimas décadas este tramo ha mostrado notables cambios morfológicos, con estrechamientos, ensanchamientos e incisión del cauce, que han ido acompañados de un aumento de los afloramientos rocosos en el lecho del río y una disminución en la riqueza de especies propias del hábitat fluvial (Fernández-García *et al.*, 2025). Los estudios morfodinámicos desarrollados en el río Nalón señalaron que este tramo bajo no había presentado antes unos reajustes laterales tan importantes, mostrando erosiones en un 17% de las orillas aluviales, y de hasta el 27% en el tramo contiguo al Dominio Público Marítimo Terrestre, con diversas repercusiones en el corredor ecológico. Los estudios de avenidas realizados en este tramo constataron un aumento de la frecuencia de avenidas en el Nalón lo que, unido a los pronósticos de cambio climático, incluyendo el previsible aumento de la dinámica marina en el estuario, hace esperable que estos reajustes morfológicos prosigan a corto y medio plazo.

Se trata de un tramo que se ha visto sometido a una disminución significativa en el aporte de sedimento, especialmente el transportado como carga de fondo, tanto en relación con la retención que ejercen varias presas construidas desde los años 50, afectando al 90% de la cuenca hidrográfica y del tramo de estudio, como derivados del aumento de la cobertura arbórea y desarrollo socioeconómico e industrial del área central asturiana, incluyendo infraestructuras viarias, canalizaciones, la actividad minera o la expansión urbana sobre las vegas ribereñas.

En este contexto, la Confederación Hidrográfica del Cantábrico, con el objetivo de analizar y caracterizar algunos problemas relacionados con el sedimento y realizar acciones para tratar de mitigarlos, durante los últimos años ha desarrollado diversas obras y acciones dirigidas a la gestión de sedimento en el tramo bajo del río Nalón, que incluyen estudios piloto dirigidos no sólo a comprender la dinámica fluvial sino también a profundizar en los mecanismos de transporte de sedimento grueso, que desempeñan un papel muy importante en el equilibrio del río, y en los ecosistemas fluviales y costeros. En el ámbito de estudio mencionar dos proyectos, uno financiado por el Plan de Impulso al Medio Ambiente para la Adaptación al Cambio Climático (PIMA Adapta Agua) titulado *Plan Piloto de Gestión del Sedimento en el Tramo bajo del Río Nalón entre Trubia y Soto del Barco en Asturias (2021-2023)*; y otro actualmente en desarrollo titulado *Seguimiento Ambiental y gestión del sedimento en las obras ejecutadas en el tramo bajo del río Nalón (2025-2026)*, en el marco del Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia financiado con fondos *NextGeneration* de la Unión Europea, que contaron con la participación de TRAGSA y el INDUROT. En el presente documento se describen algunos de los trabajos desarrollados en los citados proyectos.

Para tratar de mitigar algunos de los problemas ecológicos y morfodinámicos detectados, que según los estudios realizados muestran una relación con un déficit de sedimento en el sistema, y mejorar el conocimiento sobre los procesos de transporte de los caudales sólidos, se están desarrollando varias actuaciones con carácter piloto en el ámbito cantábrico:

1. Baipás de sedimento. En línea con las actuaciones desarrolladas tanto en otros países europeos como en España para mitigar los problemas derivados del déficit sedimentario, se abordó la reubicación de áridos desde aguas arriba de las barreras transversales que están reteniendo material sólido del río Nalón, hacia aguas abajo de las mismas.
2. Fortalecimiento del bosque de ribera. Ejecución de varias experiencias piloto dirigidas a fortalecer la continuidad del corredor fluvial en el tramo bajo del río Nalón, fundamentadas en la bioingeniería, revegetaciones, eliminación de invasoras y gestión del sedimento *in situ*. El objetivo es reducir la fragmentación de las riberas, incrementar la conectividad del corredor fluvial y contribuir a mejorar el estado de conservación del hábitat de interés comunitario y prioritario 91E0* Bosques aluviales de *Alnus glutinosa* y *Fraxinus excelsior* (*Alno-Padion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*).
3. Configuración de un observatorio de sedimento. Las directrices europeas sobre gestión integrada de sedimentos (ECI, 2022; MITECO, 2023), resaltan la importancia de conocer no solo la cantidad de agua que pasa por un río, sino también la cantidad de sedimento. Para ello es necesario ensayar diferentes técnicas y herramientas potencialmente útiles para cuantificar el transporte de sedimento como carga de fondo, dominante en el cauce del tramo bajo del río Nalón y en la mayor parte de los ríos cantábricos.

Durante el recorrido de campo del 13 de noviembre, en el marco de las *II Jornadas de Morfodinámica Fluvial y Observatorio de Sedimentos en ríos*, se visitan algunos de los

trabajos desarrollados en estos tres objetivos dentro del tramo bajo del río Nalón (Figura 1).

Concretamente, se presentan las actuaciones de baipás sedimentario en seco realizadas desde aguas arriba de las presas que retienen el sedimento hacia aguas abajo, para valorar la potencial mitigación de los reajustes fluviales detectados (Parada 1). Por otro lado, se presenta el diseño e implementación de diferentes técnicas de monitorización de sedimento transportado como carga de fondo, ya que es el material que más repercute en los reajustes fluviales observados (Parada 1). Además, se visitan varias medidas de bioingeniería mediante deflectores orgánicos, dirigidas a fortalecer la vegetación de ribera en un entorno altamente inundable (Parada 2).

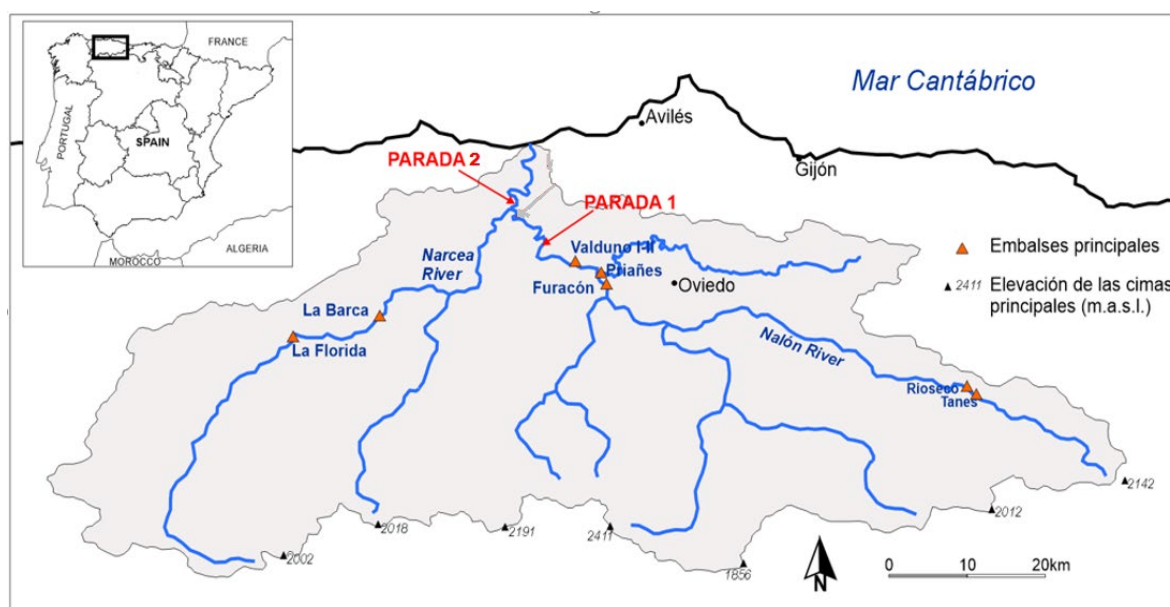


Figura 1. Localización de la cuenca de drenaje del río Nalón, ubicación de las principales presas y las dos paradas de la jornada de campo.

2. EVOLUCIÓN GEOMORFOLÓGICA DEL RÍO NALÓN DESDE EL AÑO 1945

El cauce del tramo bajo del río Nalón desde los años 40 hasta la actualidad se ha estrechado en término medio unos 16 metros, aproximadamente un 11% de la anchura histórica (Figura 2 y Figura 3), lo que supone una disminución del área fluvial activa de unas 45 ha.

Entre las acciones del hombre con potencial incidencia en estos reajustes, se encuentran varias presas y embalses tanto en el Nalón como en el Narcea para el tramo más bajo, construidos en las décadas de los años 50 y 60. Este tipo de barreras modifican principalmente los flujos de transporte sedimentario, pudiendo llegar a retener cerca del 50% del sedimento en suspensión (Dethier *et al.*, 2022) y hasta el 99% de este material sedimentario transportado como carga de fondo (Williams and Wolman, 1984).

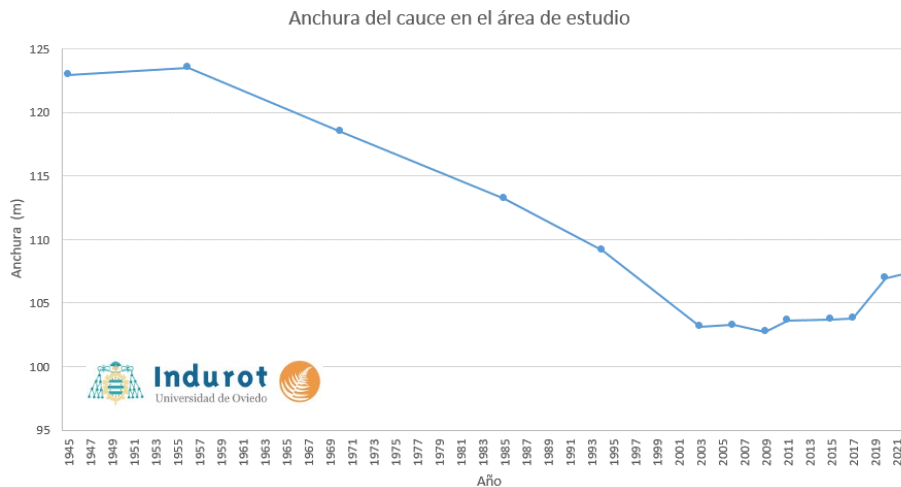


Figura 2. Evolución de la anchura del cauce en el tramo bajo del río Nalón desde el año 1945.

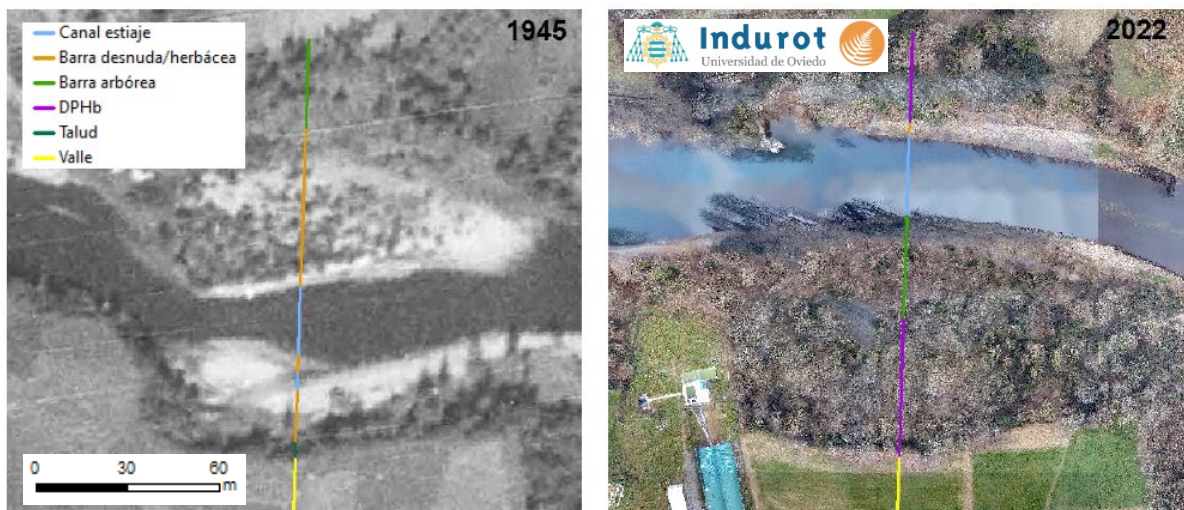


Figura 3. Imágenes comparativas del perfil número 62 en los años 1945 (izquierda) y 2022 (derecha) (Fuente: INDUROT, 2023).

La superficie de cuenca afectada por estas obras en el tramo bajo del río Nalón es muy significativa, con un valor medio aproximado del 90%. Hay que añadir también el efecto de la retención de sedimento que puede derivarse de la implantación de infraestructuras en los fondos de valle aguas arriba del tramo de estudio, donde los desarrollos urbanos e industriales han confinado un 26% del cauce aluvial. Los cambios en los usos del suelo ligados al aumento de la vegetación arbórea, ya constatado en varias cuencas peninsulares (e.g. Lorenzo-Lacruz *et al.*, 2025; Vicente-Serrato *et al.*, 2025), también pueden interferir en el tramo.

El modelo evolutivo del canal (e.g. Schumm *et al.*, 1984; Simon, 1989; Surian y Rinaldi, 2003; Thompson *et al.*, 2016) describe ajustes en la geometría del canal cuando se altera el balance entre caudal líquido y caudal sólido o los parámetros asociados. En el modelo se describen unas fases iniciales de profundización y estrechamiento del cauce, seguidas de unas de socavación y derrumbamiento de la orilla que conducen a la ampliación del canal. Se trata de procesos que van en línea con la evolución que ha experimentado este tramo bajo del río Nalón.

Concretamente, en este tramo se reconocen las siguientes etapas (Figura 4): a) entre 1956 y 1970 comienzan procesos de degradación del lecho, así como los primeros indicios de estrechamiento del cauce, b) entre 1970-1994 se reconoce un encajamiento progresivo, aumento de orillas erosivas y pérdida de trenzamiento, c) entre 1994 y 2003 se produce el colapso de orillas así como las primeras señales de ensanchamiento del cauce y d) entre 2003 y 2025 prosigue de forma significativa el incremento de erosiones de orilla y de ensanchamiento del cauce.



Figura 4. Variaciones en la anchura del cauce en el río Nalón en las inmediaciones de Santoseso, acorde con las diferentes fases evolutivas observadas (Fuente: INDUROT, 2023).

Esta situación se traduce en que en las últimas dos décadas se observa una tendencia creciente de la erosión, que todavía continúa en la actualidad. En torno a un 17% de las orillas aluviales del tramo bajo del río Nalón muestran señales de erosión en sus orillas, aunque este valor asciende a un 27% en el tramo de Pravia tras la confluencia Nalón-Narcea. Además, se registra un aumento de afloramientos rocosos en el lecho (Figura 5), que están señalando en varios puntos el desarrollo de procesos de incisión en la vertical, más afianzados en los tramos superiores y más cercanos a las presas.

En síntesis, el río se está volviendo más profundo y estrecho, lo que reduce la conectividad entre el cauce principal y las márgenes, afectando al ecosistema fluvial, a su conectividad y a la distribución de especies propias del hábitat fluvial (Fernández-García *et al.*, 2025).

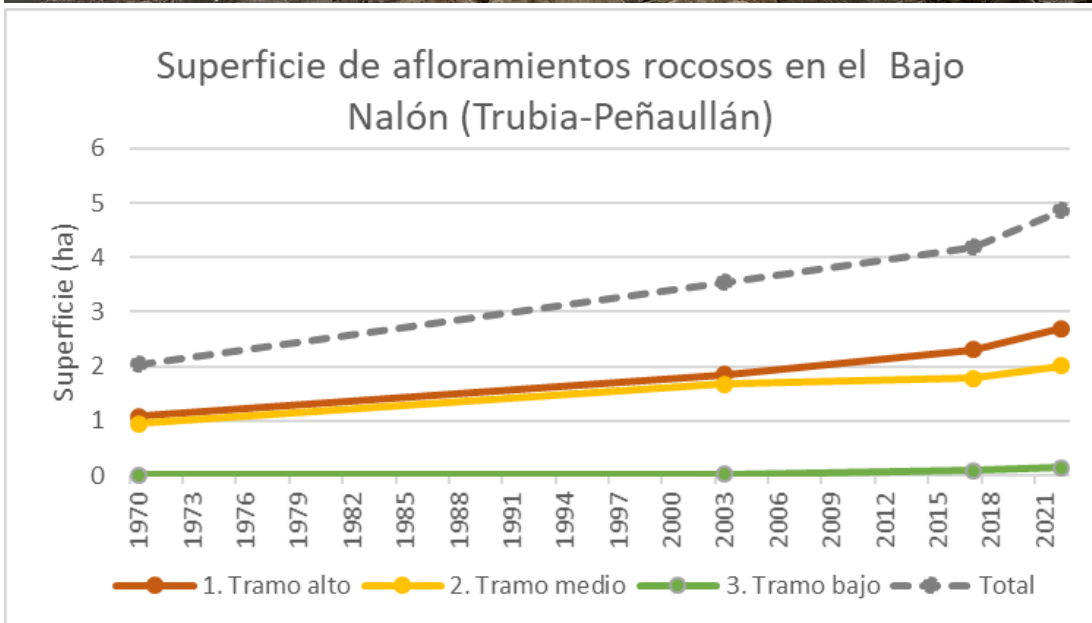


Figura 5. Arriba afloramientos rocosos en el lecho del cauce aguas abajo de la presa de Valduno II. Abajo evolución de la presencia de afloramientos rocosos en el lecho del canal.

3. VISITAS DE CAMPO

Durante la jornada de campo se visitarán diferentes tramos del curso bajo del río Nalón, comprendidos entre los concejos de Candamo y Pravia, donde se analizarán actuaciones de reubicación de sedimentos, técnicas de monitorización y medidas de bioingeniería aplicadas en el cauce. En la Figura 6 se muestra la localización general del tramo de estudio y de las paradas incluidas en el itinerario.



Figura 6. Localización general del tramo bajo del río Nalón, indicando las zonas visitadas durante la jornada de campo (Parada 1: Villamarín y Parada 2: Pravia).

3.1. PARADA 1: MEANDRO DE VILLAMARÍN (T.M. Candamo)

3.1.1. Baipás sedimentario

Dada la relación en la disminución del aporte de sedimentos con los reajustes morfodinámicos observados en el tramo bajo del río Nalón, durante el año 2023 se han ejecutado dos operaciones piloto de reubicación de sedimentos en seco ($\approx 3200 \text{ m}^3$). En ellas, se utilizó material procedente de la cola de las presas más cercanas al tramo de estudio que están reteniendo material sólido grueso del río Nalón (Figura 7).

Se estudiaron diversas opciones de áreas fuente de material, con valoraciones sobre la cantidad de sedimento, medidas granulométricas para valorar la compatibilidad entre área fuente y destino, además de consideraciones de tipo geoquímico y ambiental.

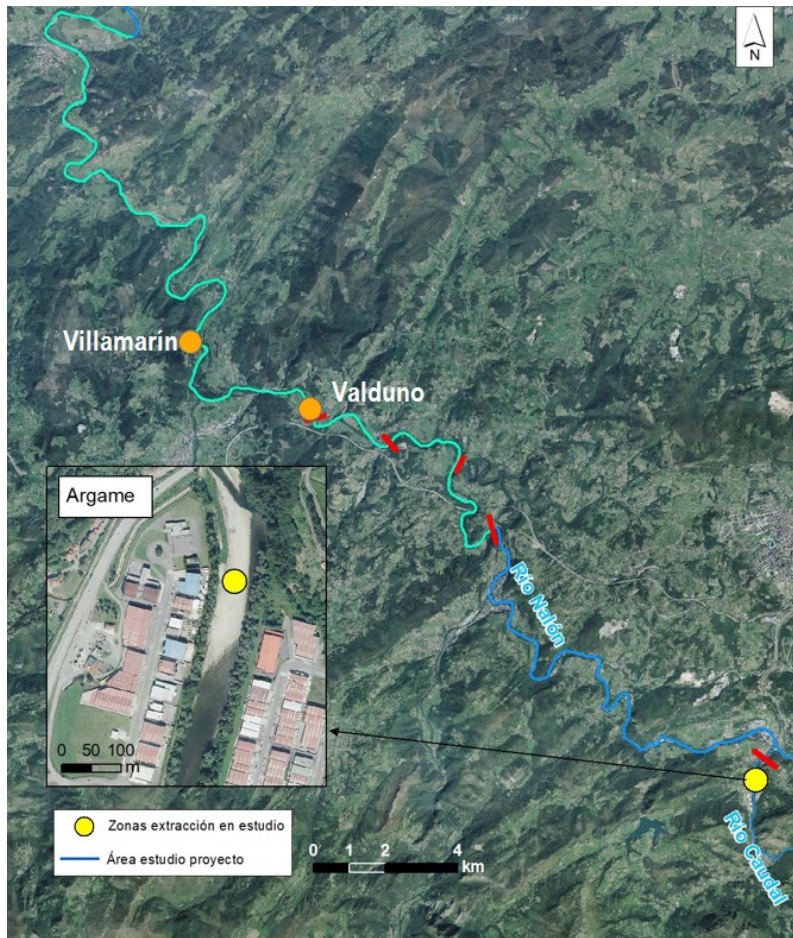


Figura 7.
Emplazamiento de
extracción de
sedimento en Argame y
de reubicación en los
emplazamientos de
Valduno y Villamarín.

Para la reubicación del sedimento se estudiaron varios emplazamientos localizados en la parte más alta del tramo de estudio, donde las evidencias de déficit de sedimento son más notables, como el aumento de afloramientos rocosos y los valores mayores de acorazamiento, entre otros. Además, se abordaron análisis morfodinámicos, aplicando técnicas GIS (DoD) con modelos digitales del terreno elaborados a partir de vuelos drone fotogramétricos para definir la distribución más apropiada de material, teniendo en cuenta las transformaciones que habían experimentado las zonas de depósito durante varias crecidas fluviales recientes (Figura 8). Debido a condicionantes ambientales, la reubicación de sedimentos se planteó en seco, pero dentro del canal activo.

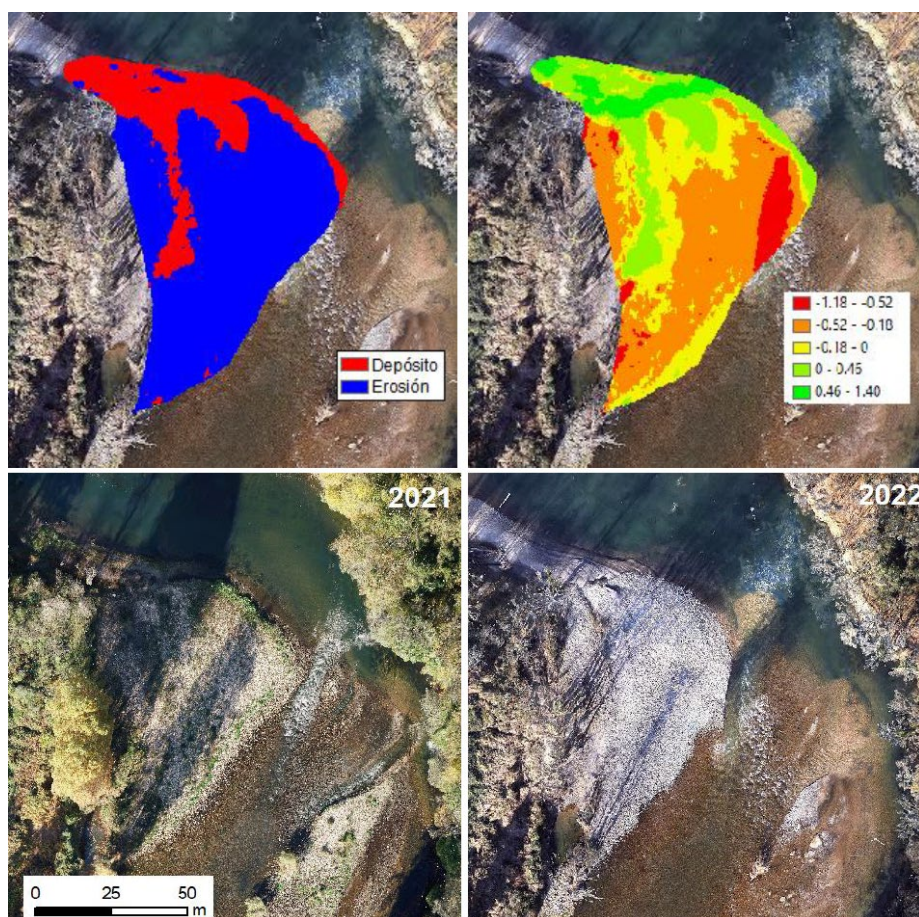


Figura 8. Arriba resultado de la comparativa de los dos modelos digitales del terreno antes y después de una avenida en Villamarín. A la izquierda se muestran las zonas de depósito y de erosión y a la derecha las diferencias de cota entre los modelos. Abajo se muestran las ortofotos de noviembre de 2021 y febrero de 2022 utilizadas en el análisis.

Tras la revisión de diversos emplazamientos para valorar la idoneidad y viabilidad de este tipo de medidas, incluyendo las dificultades derivadas de la presencia de la red ferroviaria en prácticamente todo el recorrido que limitan el acceso con maquinaria pesada, se seleccionaron dos emplazamientos:

- Baipás de sedimento en las inmediaciones de la presa de Valduno II, sobre la margen derecha, en un tramo de unos 25 m de ancho y unos 200 m de longitud. Dicha zona había sido erosionada en varios puntos por la avenida de noviembre de 2021. Se reubicaron unos 800 m³.
- Baipás de sedimento en Villamarín sobre la margen izquierda del río Nalón, concretamente sobre un depósito de barra activa de meandro. Se trata de un depósito fluvial que experimenta transformaciones durante avenidas, tal y como se comprobó durante varias avenidas, como la de noviembre de 2021. Se reubicaron unos 2400 m³.

En ambas zonas se ha constatado movilidad de sedimento, especialmente tras la avenida de noviembre de 2021, con predominio de erosión frente a la sedimentación. Los emplazamientos representan dos ámbitos morfodinámicos que permiten estudiar diferentes mecanismos de incorporación del sedimento al cauce, en Valduno el baipás

se ubicó sobre una zona de margen mientras que en Villamarín se realizó sobre una barra de meandro perteneciente al canal activo del río Nalón.

Las obras de reubicación de sedimento fueron realizadas entre los meses de febrero y abril de 2023. Finalizadas las obras de baipás, dentro del material reubicado se están ensayando diversas técnicas de monitorización de sedimento transportado como carga de fondo. Concretamente se instalaron parcelas de trazadores RFID en cada uno de los dos depósitos de baipás, así como 5 placas de impacto, 3 en Villamarín y 2 Valduno. El meandro de Villamarín será visitado durante la jornada de campo.



Figura 9. Trabajos de reubicación de sedimento sobre el meandro de Villamarín.

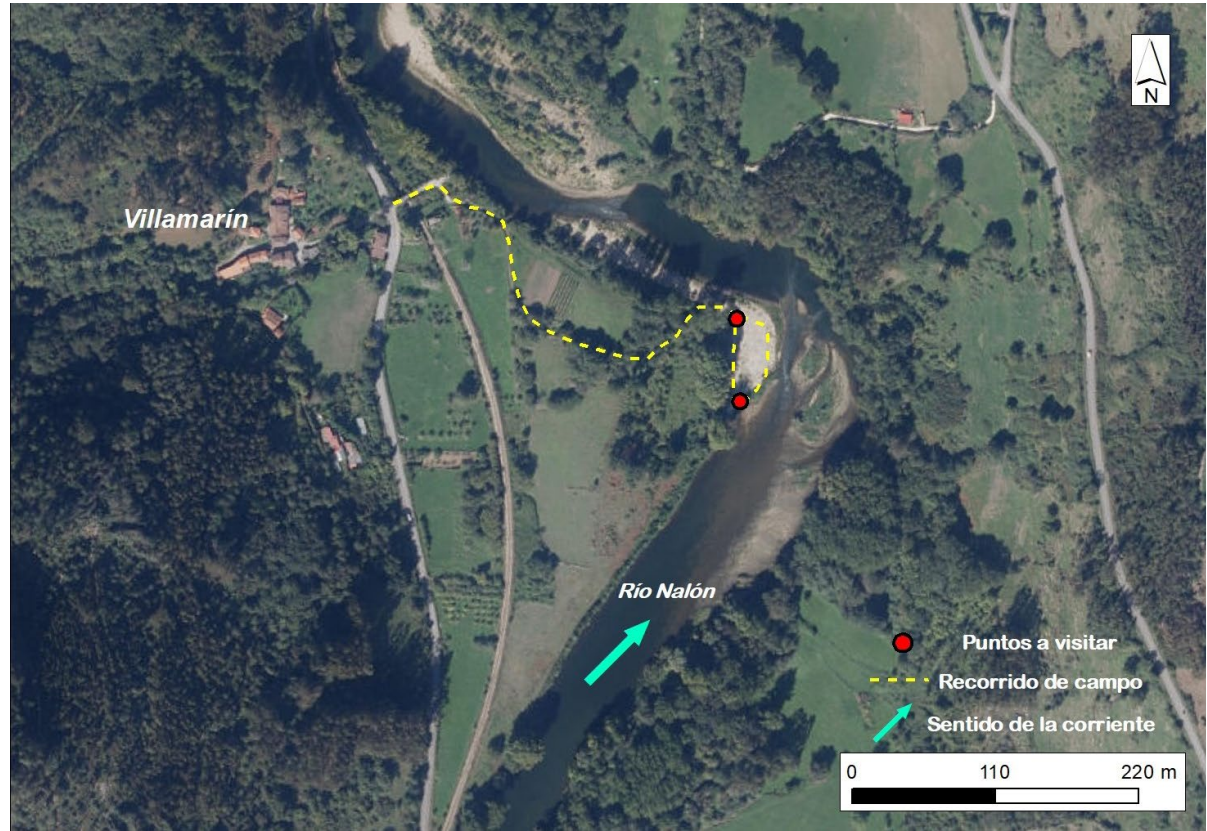


Figura 10. Recorrido hacia la barra de meandro en las inmediaciones de la localidad de Villamarín.

Actualmente se están desarrollando trabajos para analizar la evolución futura ante avenidas, en la zona de depósito del baipás y aguas abajo de la misma, realizando batimetrías y modelos digitales del terreno periódicos y monitorizando varios índices faunísticos y botánicos.

3.1.2. Técnicas de monitorización de sedimento

Como ya se ha indicado, en la cuenca del río Nalón se están desarrollando varios estudios para profundizar en el conocimiento sobre los caudales sólidos transportados como carga de fondo, dirigidos a la investigación de técnicas y metodologías de seguimiento de los flujos de sedimento. La zona de monitorización de Villamarín es uno de los emplazamientos seleccionados para estudiar el transporte de sedimento grueso dentro del depósito de baipás realizado.

En relación con la monitorización de sedimento, además de los proyectos ya mencionados al comienzo de esta memoria, destacar la participación de proyectos de investigación I+D+i como CANALAB (2021-2026) o el proyecto CLASTO (2025-2028), así como el desarrollado por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico (2023-2025) en el tramo alto de la cuenca del Nalón, dentro de la subcuenca del río Aller, el último tramo asturiano de entidad que todavía conserva una configuración trenzada, y que contó con la participación de TRAGSATEC y el INDUROT. En esta subcuenca del río Aller, la CHCantábrico ha incorporado en una de sus estaciones de aforo, diversa instrumentación dirigida a medir el sedimento transportado como carga de fondo, que cuenta con varios modelos de placas de impacto, varios modelos de sismógrafos, un hidrófono, 250 trazadores RFID y un proyecto piloto para el estudio de técnicas de monitorización de las granulometrías entre tamaño arena a grava. Representa en estos momentos la estación con mayor número de técnicas y herramientas implementadas para la investigación en continuo del transporte de sedimento de fondo en España.

Durante la jornada de campo se verán *in situ* varias de las diferentes técnicas para la adquisición de los datos de transporte de material grueso en la cuenca del río Nalón, que incluye:

- El seguimiento de partículas utilizando clastos marcados con sensores de identificación por radiofrecuencia RFID (Figura 11, Figura 12). La siembra de estos clastos trazadores se llevó a cabo tras la realización del baipás sedimentario. En total se emplearon unos 250 clastos trazadores RFID, además de algunos clastos adicionales con técnicas complementarias.
- Placas de impacto. Consisten en piezas de acero inoxidable que llevan adheridas un geófono o un acelerómetro. Estas se instalan en el cauce, con el objeto de registrar los impactos de los clastos contra la pieza de acero generados durante un episodio de transporte y en un intervalo de tiempo prefijado. En el emplazamiento de Villamarín se instalaron un total de 3 placas de impacto, ubicadas aguas arriba, en el centro y aguas abajo de la zona donde se realizó el baipás sedimentario.

También se describirán herramientas colocadas en otros emplazamientos de la cuenca del río Nalón, incluyendo hidrófonos, monitorización mediante estación sísmica, así como las experiencias en arenas mediante susceptibilidad magnética y los trabajos planificados en relación con la monitorización de las fracciones más finas, entre arenas y gravas.

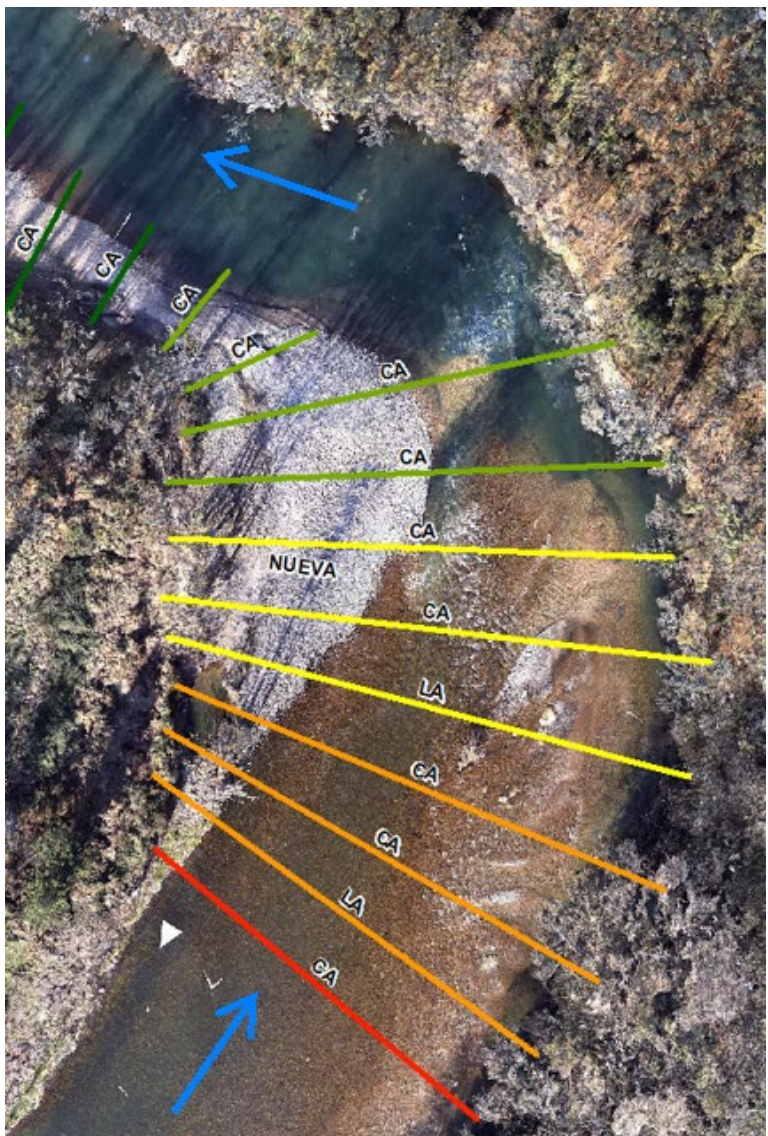


Figura 11. Perfiles de distribución de trazadores RFID, desde tamaños de clasto mayores en los perfiles aguas arriba desde 128, 90 de eje b (colores rojos y naranjas) hacia los más pequeños de 64, 45 y 32 mm (amarillos y verdes).

Los hidrófonos permiten detectar el sonido producido por el impacto de los sedimentos gruesos durante los eventos de transporte (Marineau *et al.*, 2016; Nasr *et al.*, 2023; Recking *et al.*, 2024).

Respecto al monitoreo mediante sismógrafo, este se fundamenta en que las partículas de sedimentos pueden generar ondas elásticas cuando golpean el lecho del río durante su transporte (ej. Roth *et al.*, 2014). La idea es estudiar las relaciones de la señal sísmica con los caudales líquidos, a partir de la comparación con los datos de nivel de las estaciones de aforo y, por otro lado, con los datos de transporte de sedimento obtenido con el resto de técnicas. Durante la visita de campo se mostrarán algunas de las metodologías desarrolladas en este campo (González-Rodríguez *et al.*, 2024).



Figura 12. Imagen de vuelo dron con un transepto de clastos trazadores remarcados con círculo rojo.

3.2. PARADA 2: PRAVIA. Mejora del bosque de ribera mediante bioingeniería

El área de estudio forma parte de la Zona de Especial Conservación (ZEC) Río Nalón (ES1200029). La vegetación autóctona de ribera que se desarrolla en este tramo corresponde sobre todo a alisedas atlánticas y saucedas blancas, que forman parte del hábitat de interés comunitario prioritario 91E0*. Este hábitat es el único para el que el Instrumento de Gestión de la ZEC¹ establece la aplicación de medidas específicas de conservación, debido a las presiones y amenazas que afectan a su estado de conservación.

En el tramo más bajo del río Nalón, una parte considerable de las márgenes muestra una fragmentación significativa en la vegetación de ribera, con franjas de bosque autóctono inexistentes durante largas extensiones o demasiado estrechas para generar un hábitat funcional y continuo, con una ocupación de las márgenes fluviales por usos agropecuarios hasta la propia ribera y proliferación de especies vegetales exóticas invasoras.

En este tramo inferior del río Nalón en Pravia, se localiza una orilla erosiva de gran longitud, superior a los 1200 m (Fig. 13), desarrollada sobre materiales de naturaleza predominante poco cohesiva. Se trata de un tramo que presenta especial interés

¹ [Decreto 125/2014, de 17 de diciembre, por el que se declara la Zona Especial de Conservación Río Nalón\(ES1200029\) y se aprueba su Instrumento de Gestión. Boletín Nº 295 del martes 23 de diciembre de 2014.](#)

ecológico por albergar especies de interés comunitario como la lamprea (*Petromyzon marinus*), la nutria europea (*Lutra lutra*) o el salmón atlántico (*Salmo salar*).



Figura 13. Orillas erosivas identificadas en el entorno de la vega de Pravia.

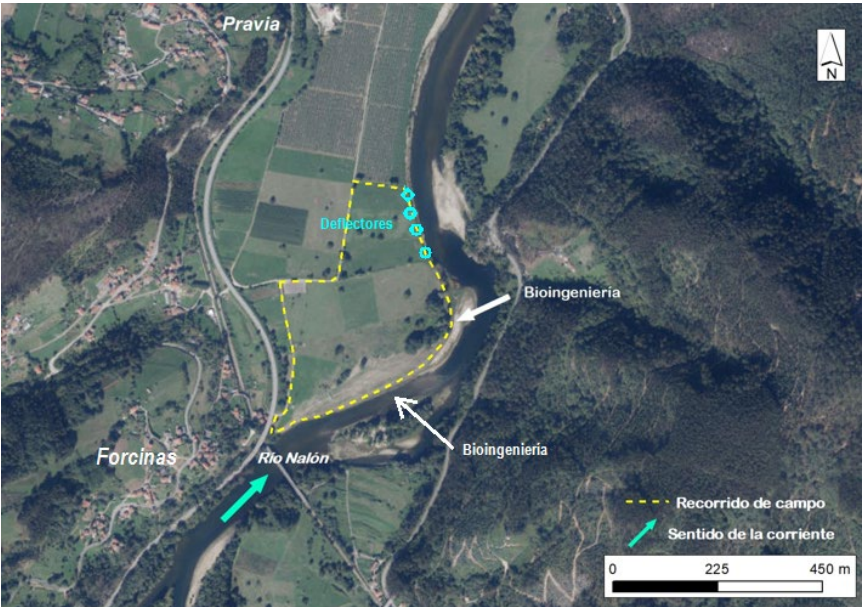


Figura 14. Itinerario previsto en la vega entre las localidades de Forcinas y Pravia.

Dada la vulnerabilidad del corredor fluvial, se han aplicado algunas medidas de bioingeniería centradas en la reubicación de sedimento e instalación de deflectores

orgánicos en un tramo de unos 130 m de longitud, para valorar su repercusión en la continuidad del bosque de ribera (Figuras 15 y 16). El objetivo es reducir la presión sobre las márgenes, favorecer una colonización vegetal y aumentar la resistencia frente a la erosión del tramo y su entorno inmediato.



Figura 15. Imágenes durante las obras de bioingeniería en 2022.

Si bien estas actuaciones no tienen vocación de definitivas debido tanto los reajustes morfodinámicos que imperan en este tramo del río Nalón, como el aumento de la frecuencia de avenidas o el carácter piloto de varias de ellas, se persigue que formen parte de un proceso continuo de investigación y seguimiento.



Figura 16. Arriba imagen durante las obras en 2021 (arriba) y abajo imagen actual, con aspecto de un deflector orgánico en primer término.

4. BIBLIOGRAFÍA

- Dethier, E. N., Renshaw, C. E., & Magilligan, F. J. (2022). Rapid changes to global river suspended sediment flux by humans. *Science*, 376 (6600), 1447-1452.
- Fernández-García, M.; Fernández Iglesias, E.; Sanna, M.; Incera Sañudo, L.; Moro García, V.; Cires Rodríguez, E. González Rodríguez, G. y Menéndez Duarte, R. (2025). Efectos de la incisión fluvial en la vegetación de ribera del tramo bajo del río Nalón (Asturias, NO España). En: Avances de la Geomorfología española en 2023-2025 (Eds. Ruiz Fernández *et al.*). 145-148.
- ECI (2022). Integrated sediment management. Guidelines and good practices in the context of the Water Framework Directive. 226 pp.
- González-Rodríguez, G., Vázquez-Tarrío, D., Fernández-Iglesias, E., Fernández-García, M., Incera, L., Menéndez-Duarte, R., Pulgar, J., Pedreira, D. (2024). Registro sísmico durante un año en el río Nalón (Asturias): caudal, sedimento, viento y actividad antrópica. *Geo-Temas* 20.
- INDUROT (2023). Plan Piloto de Gestión del Sedimento en el Tramo bajo del Río Nalón (Trubia – Soto del Barco, Asturias). Informe científico-técnico para TRAGSA, financiado por la Confederación Hidrográfica del Cantábrico dentro del PIMA Adapta del MITECO. Universidad de Oviedo, 79 pp.
- Lorenzo-Lacruz, J., Lana-Renault, N., Arnáez, J., Ruiz-Flaño, P., & Martín-Hernández, N. (2025). Hydrological Effects of the Westward Expansion of Mediterranean Climate and Revegetation in Atlantic–Mediterranean Transitional Headwaters. *Hydrological Processes*, 39(6), e70166. <https://doi.org/10.1002/hyp.70166>
- Marineau, M. D., Wright, S. A., & Gaeuman, D. (2016). Calibration of sediment-generated noise measured using hydrophones to bedload transport in the Trinity River, California, USA. *Proceeding of River Flow*, 1, 1519-1526.
- MITECO (2023). Gestión integrada de los sedimentos. Directrices y buenas prácticas en el contexto de la Directiva Marco del Agua. Versión Española. 237 pp.
- Nasr, M., Johannot, A., Geay, T., Zanker, S., Le Guern, J., & Recking, A. (2023). Optimization of passive acoustic bedload monitoring in rivers by signal inversion. *Earth Surface Dynamics Discussions*, 2023, 1-27.
- Recking, A., Johannot, A., Horita, K., Nasr, M., Vázquez-Tarrío, D., Zanker, S., ... & Melun, G. (2024). An attempt to take into account natural variability in 1d bedload prediction. *Journal of Geophysical Research: Earth Surface*, 129(7). <https://doi.org/10.1029/2023jf007601>.
- Roth, D. L., Finnegan, N. J., Brodsky, E. E., Cook, K., Stark, C. P., & Wang, H. (2014). Migration of a coarse fluvial sediment pulse detected by hysteresis in bedload generated seismic waves. *Earth and Planetary Science Letters*, 404, 144-153. <https://doi.org/10.1016/j.epsl.2014.07.019>
- Schumm, S.A., Harvey, M.D. y Watson, C.C. (1984). Incised Channel: morphology, dynamics and control. *Water Resources*, Littleton, Colorado, 200 pp.
- Simon, A. (1989). A model of channels response in disturbed alluvial channels. *Earth Surface Processes and Landforms*, 14: 11-26.
- Surian, N. y Rinaldi, M. (2003). Morphological response to river engineering and management in alluvial channels in Italy. *Geomorphology*, 50: 307-326.
- Thompson, C. J., Croke, J., Fryirs, K., & Grove, J. R. (2016). A channel evolution model for subtropical macrochannel systems. *Catena*, 139, 199-213.
- Vicente-Serrano, S., El Kenawy, A.; Peña-Angulo, D.; Lorenzo-Lacruz, J.; Murphy, C.; Hannaford, J.; Dadson, S.; Stahl, K.; Noguera, I.; Fraquesa, M.; Fernández-Duque, B.; Domínguez-Castro, F. (2025). Forest expansion and irrigated agriculture reinforce low river flows in southern Europe during dry years. *Journal of Hydrology*. 653, 132818. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2025.132818>
- Williams, G.P. y Wolman, M.G. (1984). Downstream effects of dams on alluvial rivers. U.S. *Geological Survey Professional Paper*, 1286, 83 pp.