

Aportación Española al 34º Congreso de la UGI. Estambul 2020  
Comité Español de la Unión Geográfica Internacional

# España, puente entre continentes



# Este libro constituye la Aportación Española al 34.º Congreso de la Unión Geográfica Internacional, Estambul 2020

## Comisión Editorial

Dña. M.ª Teresa Albert Fernández  
**Instituto Geográfico Nacional**  
[talbert.ugi@gmail.com](mailto:talbert.ugi@gmail.com)

Dr. Rubén C. Lois González  
**Asociación de Geografía Española**  
[rubencamilo.lois@usc.es](mailto:rubencamilo.lois@usc.es)

Dra. M.ª Asunción Martín-Lou  
**Real Sociedad Geográfica**  
[realsociedadgeografica@gmail.com](mailto:realsociedadgeografica@gmail.com)

Dra. M.ª del Carmen Mínguez García  
**Asociación de Geografía Española**  
[cminguez@ghis.ucm.es](mailto:cminguez@ghis.ucm.es)

Dr. Manuel Valenzuela Rubio  
**Real Sociedad Geográfica**  
[manuel.valenzuela@uam.es](mailto:manuel.valenzuela@uam.es)

Dr. Antonio Zárate Martín  
**Real Sociedad Geográfica**  
[mzarate@geo.uned.es](mailto:mzarate@geo.uned.es)

### Secretaría del Comité Científico y Comisión Editorial

Dña. M.ª José Lozano (RSG)  
Dña. Soledad Rodríguez (AGE)

## Comité Científico

Compuesto por los miembros del Comité Español UGI

Publicación digital: España, puente entre continentes  
Edición 2020, vol. 1 (versión en español)

DOI: <https://doi.org/10.7419/162.10.2020>

Autor corporativo: Comité Español de la UGI (2020)  
© Comité Español de la UGI, 2020

Producción General y Edición: Teresa Albert (IGN)  
y Leticia Fernández Muñoz (IGN)

Equipo de Diseño (IGN): J. Alfonso de Tomás Gargantilla,  
Leticia Fernández Muñoz

Editorial:

© de esta edición: Centro Nacional de Información Geográfica, 2020  
General Ibáñez de Ibero, 3. 28003 Madrid (España).

[www.ign.es](http://www.ign.es) - [consulta@cnig.es](mailto:consulta@cnig.es)

NIPO Digital: 798-20-069-3

Catálogo de publicaciones de la AGE: <https://cpage.mpr.gob.es>

## Comité Español UGI

### Presidente

Dr. Juan Velarde Fuertes  
**Real Sociedad Geográfica**  
[realsociedadgeografica@gmail.com](mailto:realsociedadgeografica@gmail.com)

### Vicepresidente

Dr. Jorge Olcina Cantos  
**Asociación de Geografía Española**  
[info@age-geografia.es](mailto:info@age-geografia.es)

### Secretaría General

Dra. M.ª Asunción Martín-Lou  
**Real Sociedad Geográfica**  
[realsociedadgeografica@gmail.com](mailto:realsociedadgeografica@gmail.com)

Dra. Nieves López Estébanez  
**Asociación de Geografía Española**  
[nieves.lopez@uam.es](mailto:nieves.lopez@uam.es)

### Vocales

**Real Sociedad Geográfica**  
Dr. Teodoro Martín Martín  
[teodoromartinmartin@hotmail.com](mailto:teodoromartinmartin@hotmail.com)

Dr. Manuel Valenzuela  
[manuel.valenzuela@uam.es](mailto:manuel.valenzuela@uam.es)

Dr. Antonio Zárate Martín  
[mzarate@geo.uned.es](mailto:mzarate@geo.uned.es)

### Asociación de Geografía Española

Dr. Maciá Blázquez Salom  
[mblazquez@uib.cat](mailto:mblazquez@uib.cat)

Dr. Rubén C. Lois González  
[rubencamilo.lois@usc.es](mailto:rubencamilo.lois@usc.es)

Dra. M.ª Jesús Perlés Roselló  
[rsilva@us.es](mailto:rsilva@us.es)

### Instituto Geográfico Nacional

Dña. M.ª Teresa Albert Fernández  
[talbert.ugi@gmail.com](mailto:talbert.ugi@gmail.com)

### Centro Geográfico del Ejército

Coronel Jefe  
D. Francisco Javier Galisteo Cañas  
[acarretero@et.mde.es](mailto:acarretero@et.mde.es)

### Instituto de Economía y Geografía y Demografía-CSIC

Dra. Gloria Fernández Mayoralas  
[gloria.fernandezmayoralas@csic.es](mailto:gloria.fernandezmayoralas@csic.es)

### Sociedad Catalana de Geografía

Dr. Josep Oliveras i Samitier  
[scg@iec.cat](mailto:scg@iec.cat)

# La Geografía Física en la caracterización, evaluación y restauración hidromorfológica fluvial

## Alfredo Ollero

Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza

aollero@unizar.es

## J. Horacio García

Dpto. de Xeografía, Universidade de Santiago de Compostela

horacio.garcia@usc.es

## Askoa Ibisate

Dpto. de Geografía, Prehistoria y Arqueología, Universidad del País Vasco UPV/EHU

askoa.ibisate@ehu.es

## Daniel Ballarín

Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza

danielbf@unizar.es

## Ana Sáenz de Olazagoitia

Dpto. de Geografía, Prehistoria y Arqueología, Universidad del País Vasco UPV/EHU

ana\_saenzdeolazagoitia@ehu.es

## Miguel Sánchez Fabre

Dpto. de Geografía y Ordenación del Territorio, Universidad de Zaragoza

msanchez@unizar.es

## Resumen

Los trabajos de hidromorfología fluvial en España se han desarrollado en el presente siglo y han sido abordados en su mayor parte desde la Geografía Física. Esta ciencia aporta una visión integradora de todos los factores, elementos y procesos en la dinámica fluvial, resultando muy útil en el diagnóstico del estado de los ríos y en la propuesta de acciones de protección y restauración. Así, se sintetizan las aportaciones de la Geografía Física a la hidromorfología fluvial aplicada: caracterización, análisis, cartografía e interpretación de procesos, cambios, impactos y tendencias, índices de evaluación, formación, geopatrimonio, gestión y conservación en la planificación, mitigación de riesgos, restauración, seguimiento. Todo ello constituirá un relevante nicho de empleo y una fuente de proyectos de investigación para la Geografía Física española.

## 1. Introducción: la problemática hidromorfológica fluvial

Los ríos son sistemas naturales dinámicos y complejos cuya funcionalidad principal en el planeta es el transporte de agua y sedimentos. Por ello, la base de su

funcionamiento es hidrogeomorfológica, y solo sobre esta base pueden desarrollar otras funciones ecológicas (Ollero, 2017). Es importante resaltar y poner en valor esta componente hidromorfológica en el funcionamiento fluvial, ya que es la clave y el fundamento, aunque sea menos conocida y menos valorada que las componentes físico-química y biológica en los contextos científicos, técnicos y sociales en general.

La hidromorfología fluvial se ha desarrollado como ámbito de trabajo científico y técnico en las últimas dos décadas, en buena medida a raíz de la Directiva Marco del Agua, aprobada por la Unión Europea en octubre de 2000. Esta norma estableció indicadores hidromorfológicos, aunque a un nivel menor que los biológicos, para determinar el estado ecológico fluvial. Esto supuso la introducción de conceptos y métodos nuevos que la administración hidrológica, las consultorías medioambientales y los profesionales de la biología y la ingeniería desconocían. También significó que se pusiera el foco sobre los graves y muy extendidos problemas hidromorfológicos de los ríos.

Desde una perspectiva funcional y sistémica, el estado ambiental de la red fluvial se asienta fundamentalmente en lo hidromorfológico. Los principales y más graves males o 'enfermedades' de los ríos son hidromorfológicos,

los métodos hidromorfológicos de diagnóstico para detectarlos son los más útiles, y los tratamientos de mejora o restauración deben incidir también en lo hidromorfológico, porque lo biológico, lo ecológico, en buena medida se recuperará solo a partir de ahí (Horacio, 2015a). La investigación en la problemática fluvial derivada de las actuaciones antrópicas es muy reciente en todos los países pero ha confirmado nitidamente que los principales problemas se registran en el ámbito hidromorfológico (Gregory, 2019).

Pero, ¿cuáles son los problemas hidromorfológicos de los ríos? Básicamente los derivados de acciones humanas que interrumpen o alteran los procesos hidrogeomorfológicos de transporte de agua y sedimentos (Ollero, coord., 2007). Las acciones que causan estos problemas son los obstáculos longitudinales y transversales en los cauces: derivaciones de caudal, reducción de crecidas, presas, vados, encauzamientos, desconexiones laterales, dragados, entre otros. Los efectos, graves y muy extendidos en el espacio y en el tiempo, están asociados con los efectos del cambio global. Llevan, principalmente, a la simplificación de cauces (ej.: estrechamiento, colonización vegetal, reducción de brazos, desaparición de morfologías, incisión) y a la incisión. Ambos procesos derivan, a su vez, en otros problemas de mayor gravedad, como el déficit de agua, el descenso del freático, la matorralización de las riberas o el incremento de la peligrosidad y del riesgo (figura 1).

Es esta problemática hidromorfológica fluvial la que ha llamado a la participación de la geografía física aplicada, en especial desde sus vertientes geomorfológica e hidrológica, en la investigación y la gestión fluvial.



Figura 1. Imagen de síntesis de la problemática hidromorfológica actual

## 2. Contexto y estado de la cuestión

Los trabajos de hidromorfología fluvial en España han sido desarrollados mayoritariamente desde la Geografía Física. Esta ciencia aporta una visión integradora de todos los factores, elementos y procesos que intervienen en la dinámica fluvial, por lo que resulta enormemente útil en la caracterización del funcionamiento, en el diagnóstico del estado de los ríos y en la propuesta de acciones de protección y restauración.

En las dos últimas décadas del siglo XX se desarrolló considerablemente la geomorfología fluvial en diferentes universidades españolas, destacando las de Valencia, Murcia, Zaragoza, Barcelona, Lleida o Sevilla, y en centros de investigación como el Instituto Pirenaico de Ecología. Se trabajó en diferentes tipos de cursos fluviales, siendo numerosas las tesis doctorales y los proyectos de investigación. En este contexto pueden ser destacadas dos publicaciones pioneras, en La Rioja (García Ruiz *et al.*, 1987) y en Murcia (López Bermúdez *et al.*, 1988), que sentaron en buena medida las bases de trabajo de la futura hidromorfología fluvial.

La temática fluvial en el marco de la Geografía Física se abordó más desde la geomorfología que desde la hidrología, aunque también hay numerosas aportaciones de esta. Sin embargo, no fue trabajada desde la biogeografía, hecho que se ha mantenido hasta la actualidad. Estos aspectos están relacionados en buena medida con cuestiones académicas y profesionales. Así, la componente biótica y ecológica de los sistemas fluviales ha sido copada totalmente desde la Biología y, en segundo nivel, por la Ingeniería de Montes. La hidrología ha sido trabajada principalmente desde las Ingenierías, con aportaciones secundarias desde la Geografía Física y la Geología. Por último, la geomorfología fluvial española, compartida en teoría por la Geología y la Geografía Física, cuenta con un amplio dominio de la segunda en proyectos y publicaciones.

Este contexto de finales del siglo XX se consolida con la citada aprobación de la Directiva Marco del Agua. La irrupción de los indicadores hidromorfológicos genera dos efectos clave. En primer lugar, la geomorfología fluvial se hace necesaria, aunque es una gran desconocida para los profesionales ingenieros y biólogos, quienes copan casi en exclusividad tanto las administraciones como las consultorías hidrológicas y ambientales. En segundo lugar, se produce una escisión de la geomorfología fluvial en dos vertientes, una dominada por la investigación básica y

otra más claramente aplicada, animada por el auge de la hidromorfología, que será la que intentará llenar el vacío de conocimiento expuesto en el primer efecto clave.

Ambas vertientes de la geomorfología fluvial geográfica española conviven, colaboran y se han desarrollado y consolidado en las dos primeras décadas del siglo XXI, consiguiendo en conjunto que se cuente con un nivel científico y técnico sólido equiparable al de los países que lideran el panorama científico internacional. Por un lado, la geomorfología fluvial básica ha alcanzado un gran nivel técnico y metodológico y una notable excelencia por el número y calidad de publicaciones, destacando los centros de Lleida, Valencia y Murcia, a los que hay que sumar equipos de trabajo en otras universidades. Por otro lado, la geomorfología fluvial aplicada a la caracterización y evaluación hidromorfológica cuenta con su núcleo principal en Zaragoza y Vitoria-Gasteiz, desarrollándose diferentes acciones que serán expuestas en los siguientes epígrafes.

La Geografía Física ha contribuido sobre otras ciencias a consolidar la investigación hidrogeomorfológica fluvial. No obstante, también hay algunos grupos de trabajo que desde la Geología combinan la investigación básica con la hidromorfología aplicada (ej.: Oviedo y Madrid).

En conjunto, la producción científica es tan abundante que resulta imposible seleccionar y destacar trabajos, proyectos y publicaciones. De ahí que se haya optado por esta visión general sin referencias como síntesis del estado general de la cuestión. Como comentario final, a fecha 2020, puede afirmarse que (1) la aportación de la Geografía Física a la ciencia fluvial es exclusivamente geomorfológica e hidrológica, es decir, hidromorfológica o hidrogeomorfológica (se emplean ambos términos, como sinónimos); (2) que es una contribución consolidada, de calidad y creciente, y con muchas probabilidades de seguir creciendo en las próximas décadas; y (3) que está muy bien enfocada hacia una futura y previsible ciencia fluvial integrada.

### 3. Aportaciones de la Geografía Física a la hidromorfología fluvial aplicada

En este punto centramos y concretamos el contenido del artículo a la vertiente aplicada a la hidromorfología, que

es la que desarrollan los autores firmantes del presente trabajo, especialistas en Geografía Física. La aplicabilidad y las principales aportaciones conceptuales desde la Geografía Física se sintetizan de forma general en la figura 2. El desarrollo de esta línea en los últimos 20 años se ha centrado en los diez temas de trabajo que se presentan a continuación en un orden lógico y pensado, aunque existen interacciones abundantes entre todos los temas.

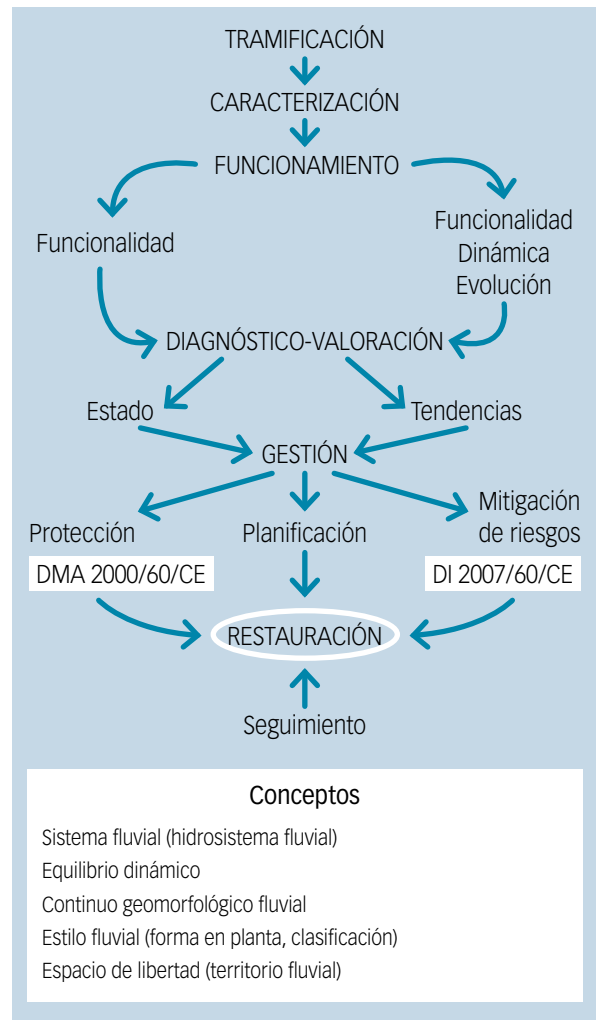


Figura 2. Línea de aplicación y conceptos clave aportados por la Geografía Física

#### 3.1. Caracterización fluvial a diferentes escalas

La caracterización es una labor puramente geográfica que se realiza a diferentes escalas espaciales, desde la cuenca al tramo y desde este al punto de muestreo (Ibáñez *et al.*, 2011). Conlleva cuatro labores interrelacionadas: (1) tramificación de la red fluvial, tarea básica e imprescindible que para que sea eficaz debe realizarse desde un criterio



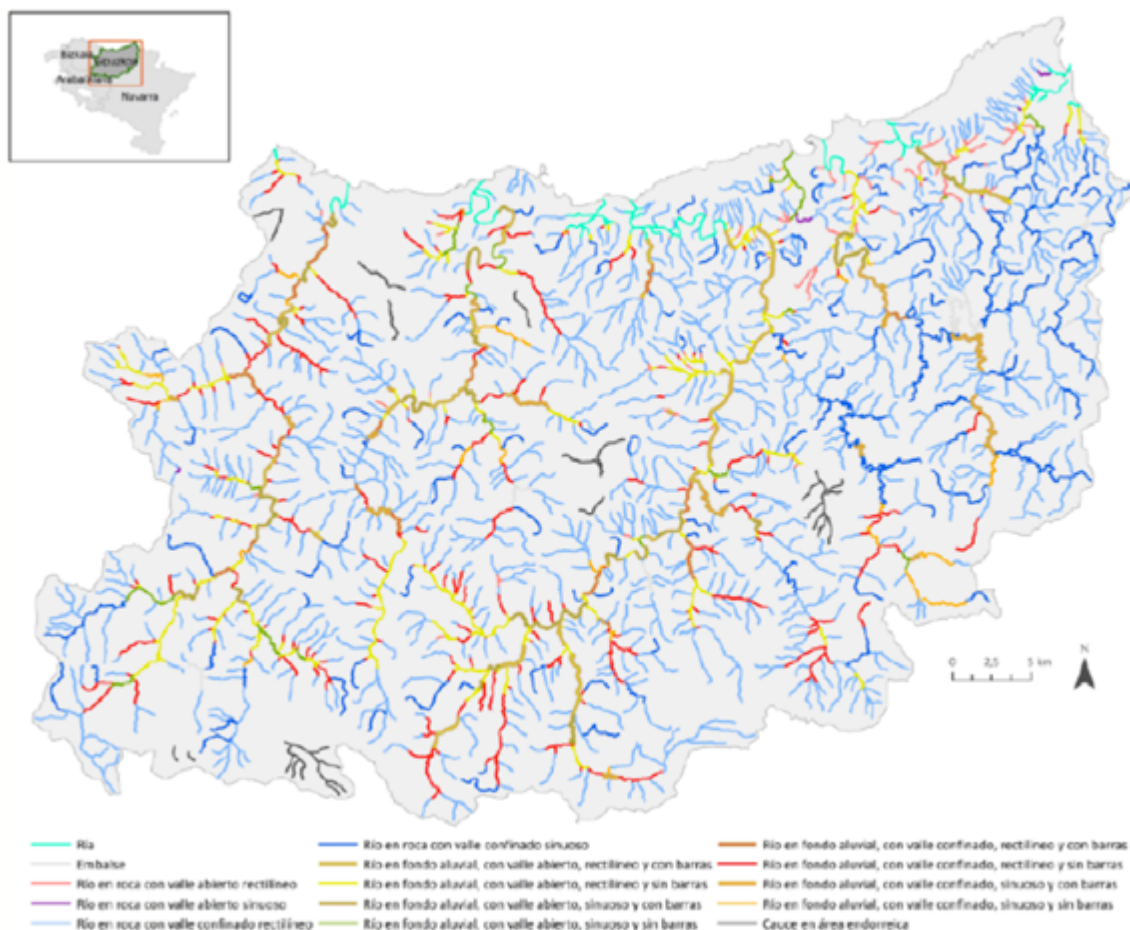


Figura 3. Ejemplo de tramificación y clasificación por tipos o estilos fluviales en la red fluvial de Gipuzkoa

Fuente: Ibasate et al. (2016b)

también hidrológico y geomorfológico identificando y delimitando tramos internamente homogéneos y diferentes entre sí; (2) tipificación o clasificación hidrogeomorfológica de cada tramo, asignándole un tipo o estilo fluvial determinado (figura 3), tarea para la cual se trabaja con diferentes clasificaciones adaptadas a cada caso de estudio; (3) compilación de información hidrológica y geomorfológica para cada tramo, conformando la caracterización propiamente dicha mediante la cumplimentación de bases de datos detalladas; y (4) comparación entre tramos y entre sistemas fluviales desde la información obtenida y en función de los objetivos del trabajo.

### 3.2. Medición, análisis, cartografía e interpretación de procesos, cambios y tendencias

Es un segundo paso, basado en la caracterización básica, que conduce a la comprensión, cuantificación y

cualificación del funcionamiento dinámico del sistema fluvial, igualmente a diferentes escalas (cuenca, tramo, sección). Los procesos que se miden y analizan son hidrológicos (escorrentía encauzada, caudales) y geomorfológicos (erosión, transporte y sedimentación). No es suficiente con la compilación de fichas descriptivas y bases de datos como en el apartado anterior, sino que hay que identificar, medir y analizar con detalle sobre el terreno. La información no se puede recoger una sola vez, debiéndose utilizar testigos y obtener datos a lo largo del tiempo en diferentes campañas de trabajo, lo cual prolonga la investigación. Solo así pueden comprobarse las dimensiones y la eficacia de los procesos, pueden identificarse cambios a lo largo del tiempo y pueden, por tanto, establecerse pautas evolutivas y tendencias (figura 4), tanto retrospectivas como prospectivas.

La metodología es compleja porque pueden aplicarse diferentes técnicas y porque la interpretación es una labor difícil que requiere de mucha experiencia. En este apartado es fundamental la cartografía geomorfológica (figura 5),

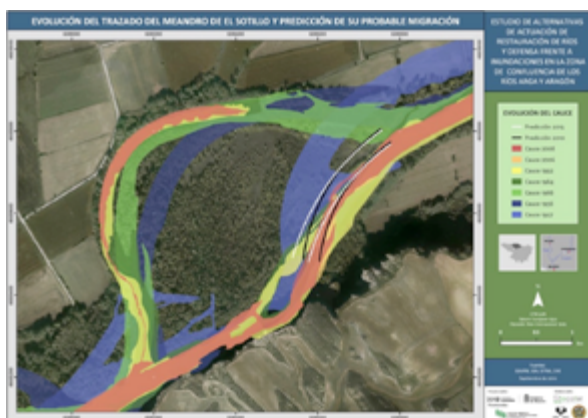


Figura 4. Ejemplo de análisis evolutivo de un cauce (río Aragón) con estimación de tendencias

Fuente: Ibisate (coord., 2010)

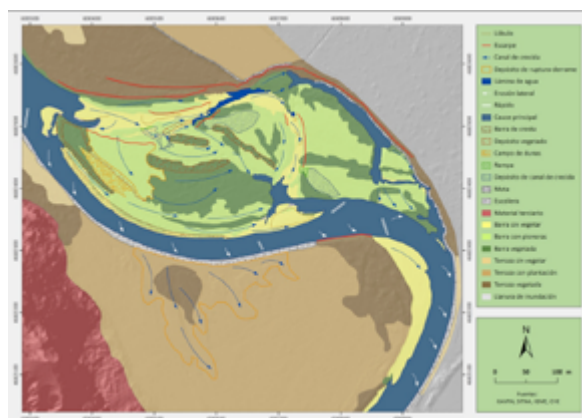


Figura 5. Ejemplo de cartografía geomorfológica en el río Aragón

Fuente: Ibisate et al. (2012)

que debe desarrollarse a diferentes escalas espaciales para procesos y formas, y también con carácter evolutivo, mediante mapas diacrónicos que representen visualmente los cambios en el tiempo. En total, este apartado es el más laborioso de cualquier trabajo hidrogeomorfológico y está conformado por tareas específicas de Geografía Física, que requieren personas expertas en esta ciencia. Todo este trabajo es imprescindible para comprobar el cumplimiento de las funciones hidrogeomorfológicas y ecológicas del sistema fluvial, identificando todos los factores y el peso de cada uno de ellos.

### 3.3. Identificación de presiones y comprobación de impactos

Una parte o todo el funcionamiento fluvial analizado en los dos puntos anteriores puede estar perturbado o influido por la acción humana. Por tanto, es necesario abordar una tarea de identificación de todas las presiones antrópicas existentes en el sistema fluvial a escala de cuenca, de tramo y de punto local. A continuación hay que comprobar qué impactos hidrogeomorfológicos producen esas presiones en el sistema, es decir, qué efectos registran en los procesos y en las formas y cómo repercuten estas alteraciones en cada punto y en el conjunto, así como qué tendencias pueden preverse en el funcionamiento fluvial futuro y qué ajustes realizará previsiblemente el río como mecanismos de resiliencia y adaptación a dichos impactos. Estas tareas comportan, por tanto, labores sistemáticas de identificación y localización y acciones más complejas de interpretación, establecimiento de umbrales de impacto, evaluación y pronóstico. También puede trabajarse sobre los efectos posibles de presiones e impactos todavía no ejecutados, anticipando las situaciones esperables a partir

del buen conocimiento del sistema fluvial. Igualmente entraría en este apartado la posible acción del cambio global sobre el río, lo cual requiere igualmente un profundo conocimiento del territorio y de su evolución. Sin duda la tarea más difícil en hidromorfología fluvial es identificar en qué medida un proceso, una forma o una alteración es atribuible a un fenómeno natural, a un impacto local o al cambio global.

### 3.4. Protocolos e índices de evaluación

Los tres apartados anteriores requieren diferentes acciones de trabajo y una amplia recopilación de información que deben ser organizadas procedimentalmente. Para ello se establecen protocolos. Cada equipo de trabajo en hidrogeomorfología aplicada cuenta con sus propios protocolos que son desarrollados y adaptados en cada estudio en función de los objetivos, de las dimensiones del sistema fluvial y de las condiciones presupuestarias. Los protocolos conllevan, por tanto, un proceso de simplificación, de selección de información, como ha ocurrido en España con el protocolo dirigido por el Ministerio de Transición Ecológica (MITECO, 2019). Es necesario saber muy bien qué medir u observar, cómo hacerlo y para qué. En suma, lo que se hace es definir y utilizar indicadores, elementos de los que podemos obtener con el menor esfuerzo posible la máxima información. Y el empleo de indicadores lleva directamente a la generación y aplicación de índices que sean capaces de mostrar de forma cualitativa o cuantitativa el grado de naturalidad hidromorfológica (ej.: continuidad, conectividad, complejidad, procesos, formas, dinámica) en el funcionamiento fluvial, los efectos en los cauces de la acción humana, es decir, en definitiva, el estado

hidromorfológico del río, condicionante clave del estado ecológico. Esta tarea es la evaluación o valoración fluvial, el diagnóstico de estado. Y puede hacerse para el presente (¿cómo está el río?), pero también para el pasado (¿cómo estuvo?, ¿ha mejorado o ha empeorado?) y para el futuro (¿cómo estará si sigue con impactos o si aplicamos unas acciones de mejora?).

La evaluación hidromorfológica puede y debe ir mucho más allá que las consideraciones simples que establecen los indicadores hidromorfológicos sencillos y no bien estructurados de la Directiva Marco del Agua. De ahí el esfuerzo en generar índices de evaluación hidromorfológica en todos los países. Un ejemplo en España, aplicado también en países sudamericanos, es el índice hidrogeomorfológico IHG (Ollero *et al.*, 2007), que permite diagnosticar el estado a partir de los impactos antrópicos que lo alejan de la naturalidad (en su funcionalidad, en el cauce y en el corredor ribereño), siendo también muy útil para el seguimiento de actuaciones y proyectos de restauración (figura 6).

### 3.5. Formación técnica y social y denuncia de impactos

Todo lo expuesto hasta aquí en los cuatro apartados anteriores supone una aplicación técnica compleja, intrínseca en los proyectos, estudios e informes de hidromorfología fluvial. Pero es preciso también salir de lo estrictamente científico, académico y técnico y dar a conocer la hidrogeomorfología, como saber, como valor natural y como problemática, a los responsables y gestores

del territorio y al conjunto de la sociedad. Esta acción es necesaria y urgente y constituye una responsabilidad para las personas que trabajan en esta línea aplicada, más aún teniendo en cuenta que desde la investigación fluvial más pura o básica no es apenas considerada. Esta labor permanente es difícil y debe ser necesariamente prolongada en el tiempo, porque se parte prácticamente de cero y porque existen diferentes inercias sociales en contra. Es preciso desarrollarla en tres grandes líneas.

En primer lugar, se hace necesario formar en hidromorfología fluvial al personal técnico de las administraciones y a responsables en la gestión fluvial y del territorio. Esto era una necesidad evidente desde que se iniciaron trabajos hidromorfológicos, y en los últimos años ha constituido también una demanda creciente desde las personas receptoras de esta formación. Como ejemplo, los cursos anuales de geomorfología fluvial aplicada iniciados en 2019 impartidos por los autores de este artículo.

En segundo lugar, es preciso formar a la sociedad para superar ideas erróneas y posturas despreciativas sobre la hidrogeomorfología fluvial. Es importante, eficaz y sumamente urgente emplear la perspectiva geomorfológica en la sensibilización de las personas sobre las problemáticas de los ríos. Hasta ahora, los avances son muy escasos porque no se cuenta con espacio para esta temática en los currículos escolares, ni tampoco se ha podido llegar de forma consistente a los medios de comunicación. Solo se ha avanzado tenuemente desde el esfuerzo de algunas personas en la impartición de charlas

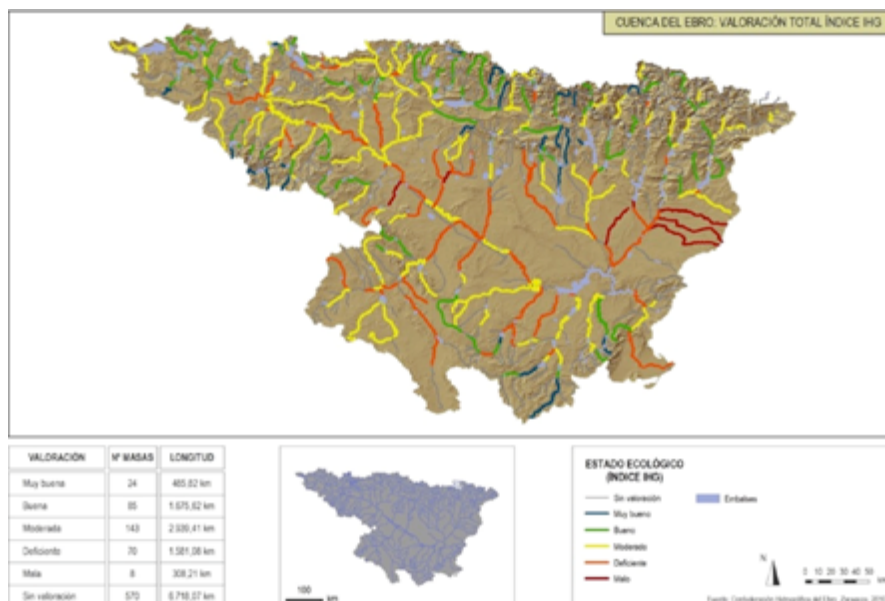


Figura 6. Resultado de la aplicación del índice IHG a la cuenca del Ebro  
Fuente: Durán *et al.* (2010)



y cursos y desde la preparación de materiales didácticos, como los del Centro Ibérico de Restauración Fluvial (CIREF).

Una tercera vía, tan necesaria y urgente como las anteriores e igualmente ingente, es la denuncia de malas prácticas y actuaciones en cauces fluviales, acompañada de las explicaciones sobre sus impactos en el funcionamiento fluvial. Se realiza en blogs personales y webs de algunas asociaciones, así como en ocasiones en forma de alegaciones y actuaciones judiciales. Es una tarea pedagógica y sensibilizadora, no exenta de conflictos con quienes ejecutan esas acciones negativas, enormemente extendidas. Pero es clave para la puesta en valor de la geomorfología fluvial, para la concienciación social y para que la gestión poco a poco sea más adecuada, ambiental, racional y sostenible. Esto se alinea con el peritaje ambiental de actuaciones en el territorio, que es una de las líneas aplicadas profesionales de la Geografía Física.

### 3.6. Puesta en valor del patrimonio geomorfológico fluvial

Como se ha explicado en el apartado anterior, son muy notables las carencias en la comprensión y valoración de la geomorfología fluvial por parte de la población y de la administración. La geomorfología fluvial debería ser un objeto en sí mismo de protección, conservación y restauración, por lo que hay que destinar parte de los esfuerzos científicos a la reivindicación y puesta en valor de la propia geomorfología como elemento y procesos clave, como indicador relevante de la salud fluvial y como objetivo de restauración. ¿Por qué no un paradigma solo geomorfológico para poner en valor los ríos? No hacen falta otros argumentos. Sin embargo, la situación es todavía poco propicia, porque el conservacionismo es fundamentalmente biológico y la gestión es básicamente ingenieril. En consecuencia, la reivindicación de la geomorfología fluvial choca con el escaso valor que se le da a nivel social y administrativo, quedando muy sometida bajo las otras dos líneas más fuertes. Domina una perspectiva biocentrista, tanto en la percepción humana de la naturaleza como en los objetivos de las iniciativas conservacionistas. La biodiversidad ha dominado en exclusiva el concepto de naturaleza, los valores geomorfológicos han estado relegados a un segundo plano y las protecciones de geodiversidad se reducen a puntos en lugares muy concretos y geoparques basados en la geología. De cara a un necesario cambio de mentalidad, entre las inercias que hay que vencer la más relevante es la creencia dominante en la sociedad, todavía hoy muy

marcada, de que la dinámica fluvial es un problema que debe ser vencido con actuaciones de ingeniería, lo cual en la mayoría de los casos desemboca en malas prácticas ambientales. Las consecuencias suelen ser muy negativas para el río, protagonizando los fuertes procesos de degradación registrados en las últimas décadas.

Los procesos geomorfológicos, la dinámica fluvial, deben ser considerados un patrimonio natural a proteger, porque constituyen un complejo funcionamiento que es básico y trascendental en el equilibrio del planeta. En esta misma línea, las formas fluviales construidas por los procesos geomórficos son un patrimonio único por su diversidad y en cursos aluviales por su carácter efímero, dinámico, por sus continuos procesos de construcción y destrucción. Por eso es tan grave que estas morfologías sean destruidas con frecuencia por extracciones, dragados, limpiezas y tareas de mantenimiento que se realizan con maquinaria pesada en miles de kilómetros de cauces. Toda la red fluvial en su conjunto, en toda su longitud, complejidad y diversidad, y con todos sus procesos geomorfológicos, debería ser considerada patrimonio natural. La potencialidad de esta perspectiva es muy alta, pero hay que vencer las importantes inercias señaladas. He aquí otra enorme tarea perfectamente enfocable y abordable desde la Geografía Física.

Los valores clave a promocionar en la geomorfología fluvial como patrimonio natural son los propios de la geomorfología, es decir, la dinámica, la diversidad, los procesos, las formas, los sedimentos, las singularidades, el estado, la funcionalidad y la naturalidad. Ejemplos relevantes de patrimonio fluvial muy dañado y muy necesitado de puesta en valor y de protección son los cauces de gravas y los cursos de caudales efímeros, que cuentan con una diversidad inigualable fruto de dinámicas muy activas. En la actualidad varios proyectos en España trabajan en esta línea.

### 3.7. Gestión y conservación en el marco de la planificación

La hidrogeomorfología fluvial debe ser objeto de gestión y de conservación en los programas de la administración, como por ejemplo de forma significativa en los planes hidrológicos de cuenca. Esta es una línea ya mucho más consolidada en el ámbito anglosajón (Brookes, 1995; Brierley y Fryirs, 2008). En España es destacable la introducción de la geomorfología en el Real Decreto 9/2008 por el que se modifica el Reglamento del Dominio

Público Hidráulico. En concreto es preciso atender a las características geomorfológicas para determinar lo que es cauce, zona de flujo preferente y zona inundable. Esto ha abierto nuevas necesidades de aplicación geomorfológico, todavía no del todo desarrolladas.

Hasta el momento, el tratamiento de la geomorfología fluvial en la planificación hidrológica, y también en la planificación urbana, ha sido escasa y decepcionante, y no solo en España. Decepcionante por la escasez de análisis y también por el desprecio hacia los procesos y hacia las formas, que en muchas ocasiones son consideradas enfermedades del río. En ámbitos urbanos, la percepción sesgada y los gustos sociales han llevado a implantar paisajes fluviales poco naturales y muy domesticados. Una consecuencia de todo ello es la situación indefensa de los cauces en la protección y en la conservación, en especial los cauces de gravas y los cursos temporales y efímeros. Incluso una figura específica como las Reservas Naturales Fluviales no considera los valores geomorfológicos sino que se apoya en los biológicos. Este hecho condiciona la falta de sensibilidad generalizada y el mantenimiento y la impunidad de los graves impactos geomorfológicos que sufren la inmensa mayoría de nuestros cauces (Ollero, 2019).

Por tanto, nos encontramos ante un gran reto de la Geografía Física y de la geomorfología, un reto imbricado en su implementación con lo expuesto en los otros apartados. En este caso las perspectivas son menos positivas y sin duda costará más tiempo que el deseable, pero es necesario dedicar un esfuerzo desde la geografía para abordarlo.

### 3.8. Mitigación de riesgos

Una de las vertientes más importantes de la gestión del territorio es la encaminada a la mitigación de riesgos naturales. En el ámbito fluvial los riesgos están relacionados con dos procesos principales y asociados que pueden, y lo hacen con mucha frecuencia y en todos los cursos de agua sin excepción, generar daños en el medio socioeconómico: la inundación y la erosión de márgenes.

En el caso de la erosión de márgenes y el estudio y efectos de avulsiones y cambios de trazado, desde la Geografía Física y geomorfología fluvial se ha trabajado en su constatación, cuantificación y cartografía, pero no así en la busca de soluciones, por dos motivos. En primer lugar, porque tradicionalmente la ingeniería ha copado estas en su totalidad, ya que ha dominado la lucha frontal contra la dinámica fluvial. En segundo lugar, porque desde una perspectiva geomorfológica la dinámica, la erosión, los procesos, son positivos en sí mismos y deben ser respetados como patrimonio (Bravard, 2000), tal como se ha expuesto en los apartados 3.5 y 3.6.

En el caso de la delimitación de zonas inundables, superando una tradición exclusivamente hidráulica y basada solo en modelos hidrológicos, el empleo de los caracteres geomorfológicos e históricos se ha introducido en el Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables, pero en este caso ha sido desde la Geología (Sánchez y Lastra, coords., 2011). Pero el potencial de la Geografía Física en esta labor es enorme y debería ser consolidado en el futuro.

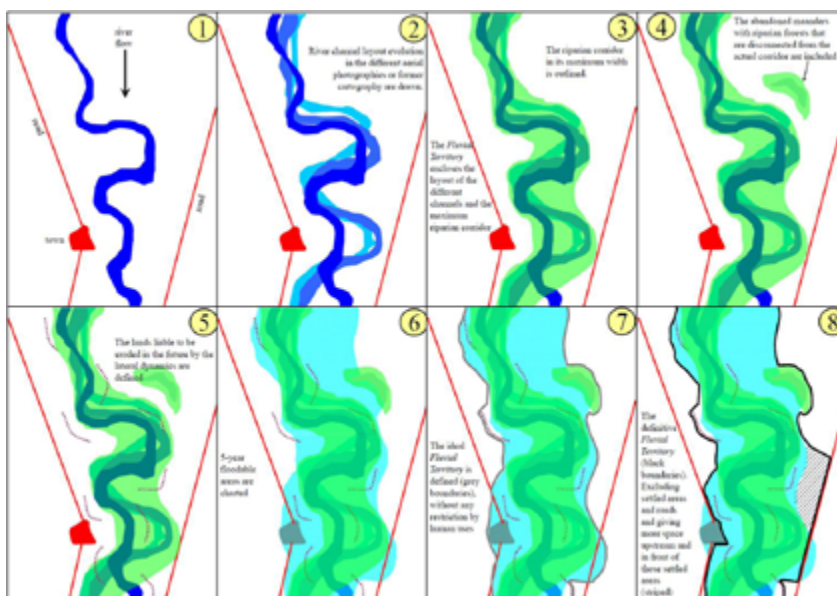


Figura 7. Metodología de delimitación del territorio fluvial

Fuentes: Malavoi *et al.*, 1998; Piégay *et al.*, 2005; Ollero *et al.*, 2009, 2015a)

Una solución fundamental aportada por la Geografía Física a la gestión de riesgos en diferentes países es el espacio para el río o territorio fluvial (Ollero e Ibisate, 2012), una banda natural lo suficientemente ancha y continua en la que el curso de agua puede erosionar, desbordarse y reducir energía, resguardando los usos humanos damnificables, que quedan prudentemente alejados (figura 7). Es una aportación de ordenación del territorio que va siendo progresivamente puesta en práctica bajo diferentes denominaciones y condicionantes, pero en una línea continua e imparable. Su puesta en práctica progresiva por parte de las administraciones hidrológicas no está reconociendo el origen de la idea en trabajos de investigación de Geografía Física, un origen silenciado, por lo que en el presente artículo queremos llamar especialmente la atención sobre este hecho.

Todo lo señalado implica que la actividad que se desarrolla desde la Geografía Física en relación con eventos de crecida e inundación es muy relevante, abarcando todas las fases del proceso, desde su origen hidrometeorológico hasta sus consecuencias socioeconómicas pasando por toda su complejidad hidromorfológica (Mateu, 1990; Camarasa, 1995; García Ruiz *et al.*, 1996; Ibisate, 2004). Se trabajan también aspectos de percepción y comunicación y se participa en procesos judiciales, así como en los debates y procedimientos de participación ciudadana en torno a medidas y actuaciones generales y concretas.

### 3.9. Restauración o rehabilitación fluvial

Un gran reto del siglo XXI, incluso una obligación moral (Soar y Thorne, 2001), es la restauración ambiental de todo lo deteriorado por acciones antrópicas en los sistemas naturales (Wohl, 2019). En el ámbito fluvial esta restauración consiste en un proceso en el que los ríos recuperan su estructura, naturalidad y resiliencia a partir de acciones principalmente hidrogeomorfológicas. Puede considerarse una restauración autónoma, en la que es el río el que debe hacer el trabajo, su propio trabajo hidromorfológico, por lo que la acción humana puede reducirse a la eliminación de impactos y al seguimiento. En muchos casos la recuperación solo puede ser parcial, por lo que domina ya la consideración del término 'rehabilitación' en vez de la más exigente y completa 'restauración' (CIREF, 2010; Horacio, 2015a, Horacio 2015b).

En estas acciones la Geografía Física está alcanzando un notable protagonismo, logrando un nicho de empleo que implica, al mismo tiempo, que sea cada vez más

demandada la formación en nuestra disciplina por parte de otros profesionales del ámbito medioambiental. Así, la participación desde la Geografía Física en la restauración fluvial en España puede calificarse de destacable a nivel organizativo (participación de una veintena de geógrafos y geógrafas en el CIREF y en la organización de los congresos ibéricos), a nivel teórico (apoyo en la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos, asesoramiento a diferentes administraciones), aplicado (participación en proyectos de restauración fluvial) y siempre fundamentalmente en aspectos hidrogeomorfológicos (Ollero *et al.*, 2015b). También es importante el trabajo que se está realizando para desenmascarar y denunciar falsas restauraciones y para explicar en qué medida muchas de las actuaciones que se ejecutan no responden a los principios de la restauración y no implican mejoras en el funcionamiento del río. Esta tarea es clave de cara al futuro en el contexto social, político y cultural de la restauración fluvial.

Pero creemos que la Geografía Física puede aportar todavía mucho más a la restauración fluvial. Es muy destacable la visión holística e integradora de los procesos a nivel de cuenca que se aporta desde la Geografía y que ayuda al diagnóstico y a las propuestas de restauración. Y esta restauración debe enfocarse e integrarse en muchas ocasiones hacia la ordenación del territorio y la gestión de riesgos, como ya se ha expuesto, temas de clara componente geográfica tanto a nivel teórico como en la práctica profesional.

Esta trayectoria debe aún consolidarse en el ámbito profesional y de proyectos concretos. Es ahí donde hay que dar los siguientes pasos para conseguir que de verdad la restauración fluvial puede convertirse en un importante nicho de empleo de carácter profesional para la Geografía Física.

### 3.10. Seguimiento científico de cambios y ajustes y de la aplicación de medidas

Como colofón de toda la aplicabilidad expuesta, es preciso afirmar con rotundidad que las personas formadas en Geografía Física cuentan con una excelente preparación para desarrollar trabajos de seguimiento hidrogeomorfológico en sistemas fluviales. Las mediciones de campo, el monitoreo con diferentes técnicas, la reflexión permanente sobre los efectos de actuaciones y las relaciones causa efecto, las posibilidades de la gestión adaptativa en los procesos de rehabilitación, todo ello es una constante en proyectos de investigación y en contratos para la administración. Un

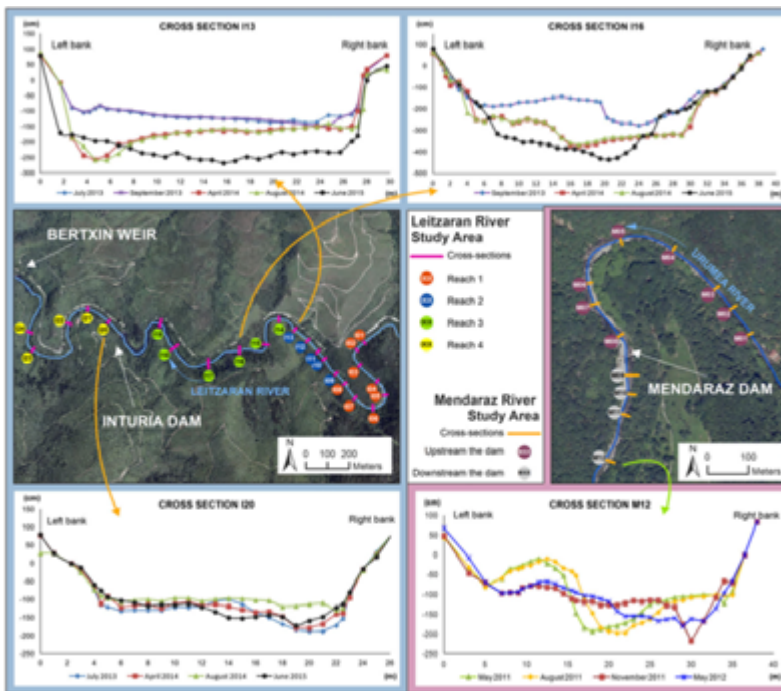


Figura 8. Ejemplo de trabajo de seguimiento de derribo de presas en el río Leitzaran

Fuente: Ibisate et al. (2016a)

ejemplo en el que participan los autores de este trabajo es el seguimiento del derribo de presas, una actividad que cada vez se desarrolla en más cauces y para la que se van perfeccionando los procedimientos de monitoreo y la selección de indicadores (Ibisate et al., 2016a) (figura 8).

El seguimiento está conformado por una continuidad en el tiempo que aporta datos útiles tanto para la problemática hidrogeomorfológica que es objeto como para el aprendizaje y la mejora metodológica de los grupos de trabajo, por lo que es muy útil también para la educación, para la renovación generacional y para el reconocimiento social, permitiendo, además, la participación de estudiantes y de personas voluntarias. El seguimiento aproxima también a la comprensión de procesos largos en el tiempo, como el cambio global y el cambio climático. No cabe duda de que resulta un aspecto clave en la continuidad y desarrollo de nuestra disciplina científica.

#### 4. Perspectivas, retos y conclusiones

La Geografía Física goza de muy buena salud como disciplina científica en todos los países. Uno de sus campos de trabajo es la hidrogeomorfología fluvial, que se encuentra en clara expansión en el ámbito científico, tanto en investigación básica como en aplicada. Los temas que abarca le auguran un progresivo desarrollo futuro en espacios técnicos y de gestión.

De forma creciente se han ido observando en las últimas décadas, y con mayor intensidad en el momento actual, efectos hidromorfológicos de cambio global en la mayor parte de los cursos fluviales del planeta. En el futuro próximo de nuestros ríos va a dominar la incisión, la estabilización y la simplificación de cauces, lo cual tendrá consecuencias ambientales y económicas negativas relevantes. El seguimiento hidromorfológico de estos procesos será clave para el diagnóstico y la gestión en cada caso, y la Geografía Física es el marco científico más adecuado para ese seguimiento. Es también un saber transversal con un gran potencial de aplicación en claves más amplias de presente y futuro como la planificación territorial, la gestión de riesgos, la conservación y la restauración ambiental. Esto implica que muchos geógrafos y geógrafas podrán trabajar en estas líneas, unas líneas que deben ser consolidadas también académicamente, para formar adecuadamente a estos profesionales. Y todo ello se enmarcará sin duda en una ciencia fluvial aplicada transversal y pluridisciplinar, en la cual la Geografía Física tendrá mucho que aportar en lo hidromorfológico y también en otros temas.

Es urgente y necesario, por tanto, abrir y consolidar vías académicas y curriculares específicas para formar especialistas en hidrogeomorfología fluvial desde la Geografía Física. El primer paso debe ser recuperar más geografía en la educación secundaria y en el bachillerato, y no solo humana y regional, sino una Geografía Física que asiente y ponga en valor las líneas científicas y técnicas de las disciplinas y las dé a conocer, tanto a nivel académico



como social. La Geografía Física tiene que dejar de ser el gran descubrimiento de los estudiantes de grados de geografía, debe ser conocida y reconocida antes, porque eso implicará la entrada de más jóvenes en dichos grados.

Otra propuesta necesaria y urgente es formar en hidrogeomorfología fluvial a personas que se han especializado en Geografía Física y que pueden ver en esta línea una de las más activas y con mejor futuro profesional. Esta formación debería establecerse en másteres específicos y a dos niveles: másteres de especialización en hidromorfología fluvial y másteres de integración de la hidromorfología en una ciencia fluvial amplia y pluridisciplinar que parece observarse cada vez con mayor claridad como reto de futuro. En esa futura ciencia fluvial la hidromorfología tendrá sin duda un gran peso, por encima de los requisitos de la Directiva del agua, al nivel de los avances científicos y técnicos y de las necesidades de gestión del territorio, de los riesgos y del cambio global. En esa ciencia fluvial la hidrogeomorfología debe ser liderada desde la Geografía Física. También hay que trabajar más para que la biogeografía pueda integrarse en colaboración con otras ciencias ambientales en las líneas ecológicas de la ciencia fluvial.

En suma, las perspectivas son positivas, pero los retos serán complejos. Hay que trabajar desde una Geografía Física fuerte en lo científico para consolidarla con más peso académico y con mayor comprensión y reconocimiento social.

## Bibliografía

- BRAVARD, J.P. (2000): «Les extrêmes hydrologiques: handicaps réductibles ou composantes patrimoniales à sauvegarder?», en Bravard, J.P. (dir) *Les régions françaises face aux extrêmes hydrologiques. Gestion des excès et de la pénurie*, Paris: SEDES, pp. 5-14
- BRIERLEY, G.J., FRYIRS, K.A. (2008): *River futures. An integrative scientific approach to river repair*. Washington, Island Press
- BROOKES, A. (1995): "Challenges and objectives for geomorphology in UK river management". *Earth Surface Processes and Landforms*, 20: 593-610
- CAMARASA, A.M. (1995): *Génesis de crecidas en pequeñas cuencas semiáridas. Barranco de Carraixet y Rambla del Poyo*. Valencia: Confederación Hidrográfica del Júcar
- CIREF (2010): ¿Qué es restauración fluvial? Zaragoza: Centro Ibérico de Restauración Fluvial
- DURÁN, C., NAVARRO, P., PARDOS, M., BALLARÍN, D., MORA, D., MONTORIO, R., OLLERO, A. (2010): *Aplicación del Índice Hidrogeomorfológico IHG a la cuenca del Ebro*. Zaragoza: Confederación Hidrográfica del Ebro
- GARCÍA RUIZ, J.M., GÓMEZ VILLAR, A., ORTIGOSA, L. (1987): *Aspectos dinámicos de un cauce fluvial en el contexto de su cuenca: el ejemplo del río Oja*. Jaca-Logroño: Instituto Pirenaico de Ecología e Instituto de Estudios Riojanos
- GARCÍA RUIZ, J.M., WHITE, S., MARTÍ, C., VALERO, B., ERREA, M.P., GÓMEZ VILLAR, A. (1996): *La catástrofe del barranco de Arás (Biescas, Pirineo Aragonés) y su contexto espacio-temporal*. Zaragoza: Instituto Pirenaico de Ecología
- GREGORY, K.J. (2019): "Human influence on the morphological adjustment of river channels: the evolution of pertinent concepts in river science". *River Research and Applications*, DOI: 10.1002/rra.3455
- HORACIO, J. (2015a): *Medicina fluvial. Un nuevo paradigma en la conservación y restauración de ríos bajo el enfoque de la geomorfología*. Jaca: Jolube
- HORACIO, J. (2015b): "Reflexiones y enfoques en la conservación y restauración de ríos: georrestauración y pensamiento fluvial". *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*, XX (1142)
- IBISATE, A. (2004): *Las crecidas fluviales en el Zadorra: procesos, riesgos y propuestas de ordenación*. Tesis doctoral. Dpto. Geografía, Prehistoria y Arqueología, Universidad del País Vasco UPV-EHU
- IBISATE (coord., 2010): *Estudio de alternativas de actuación de restauración de ríos y defensa frente a inundaciones en la zona de confluencia de los ríos Arga y Aragón*. Pamplona: Gobierno de Navarra (contrato de investigación)
- IBISATE, A., OLLERO, A., DÍAZ BEA, E. (2011): "Influence of catchment processes on fluvial morphology and river habitats". *Limnetica*, 30(2): 169-182
- IBISATE, A., ACÍN, V., DÍAZ, E., GRANADO, D., OLLERO, A. (2012): "Cartografía geomorfológica: herramienta de análisis de la dinámica fluvial en ríos aluviales", en González Díez, A.

- (coord) *Avances de la Geomorfología en España. Actas de la XII Reunión Nacional de Geomorfología*, Santander: Universidad de Cantabria, pp. 505-508
- IBISATE, A., OLLERO, A., BALLARÍN, D., HORACIO, J., MORA, D., MESANZA, A., FERRER-BOIX, C., ACÍN, V., GRANADO, D., MARTÍN VIDE, J.P. (2016a): "Geomorphic monitoring and response to two dam removals: rivers Urumea and Leizaran (Basque Country, Spain)". *Earth Surface Processes and Landforms*, 41: 2239-2255
- IBISATE, A., OLLERO, A., SÁENZ DE OLAZAGOITIA, A., ACÍN, V., GRANADO, D., BALLARÍN, D., HERRERO, X., HORACIO, J., MORA, D. (2016b): "Condiciones de referencia para la restauración de la geomorfología fluvial de los ríos de las cuencas de Oiartzun y Oria (Gipuzkoa)". *Cuaternario y Geomorfología*, 30(1-2): 49-60
- LÓPEZ BERMÚDEZ, F., NAVARRO, F., ROMERO, M.A., CONESA, C., CASTILLO, V., MARTÍNEZ FERNÁNDEZ, J., GARCÍA ALARCÓN, C. (1988): *Geometría de cuencas fluviales: las redes de drenaje del alto Guadalentín*. Murcia: Proyecto LUCDEME IV, ICONA
- MALAVOI, J.R., BRAVARD, J.P., PIÉGAY, H., HÉROIN, E., RAMEZ, P. (1998): *Determination de l'espace de liberté des cours d'eau*. Lyon: SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse
- MATEU, J.F. (1990): "Avenidas y riesgo de inundación en los sistemas fluviales mediterráneos de la península ibérica". *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 10: 45-86
- MITECO (2019): *Protocolo de caracterización hidromorfológica de masas de agua de la categoría ríos*. Madrid: Ministerio para la Transición Ecológica
- OLLERO, A. (coord, 2007): *Las alteraciones geomorfológicas de los ríos. Mesas de trabajo de la Estrategia Nacional de Restauración de Ríos*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente
- OLLERO, A. (2017): *Hidrogeomorfología y geodiversidad: el patrimonio fluvial*. Zaragoza: Centro de Documentación del Agua y del Medio Ambiente
- OLLERO, A. (2019): "Un caso a debate: sección de desagüe, alteración de la geomorfología en cauces aluviales y restauración fluvial", en *Actas del III Congreso Ibérico de Restauración Fluvial Restauraríos 2019*, Murcia: CIREF y Confederación Hidrográfica del Segura, pp. 488-496
- OLLERO, A., BALLARÍN, D., DÍAZ BEA, E., MORA, D., SÁNCHEZ FABRE, M., ACÍN, V., ECHEVERRÍA, M.T., GRANADO, D., IBISATE, A., SÁNCHEZ GIL, L., SÁNCHEZ GIL, N. (2007): "Un índice hidrogeomorfológico (IHG) para la evaluación del estado ecológico de sistemas fluviales". *Geographica*, 52: 113-141
- OLLERO, A., IBISATE, A., ELSO, J. (2009): "El territorio fluvial y sus dificultades de aplicación". *Geographica*, 56: 37-62
- OLLERO, A., IBISATE, A. (2012): "Space for the river: a flood management tool", en Wong, T.S.W. (ed): *Flood risk and flood management*, Hauppauge: Nova Pub., pp. 199-218
- OLLERO, A., IBISATE, A., GRANADO, D., REAL DE ASUA, R. (2015a): "Channel responses to global change and local impacts: perspectives and tools for floodplain management (Ebro River and tributaries, NE Spain)", en Hudson, P.F., Middelkoop, H. (ed.) *Geomorphic approaches to integrated floodplain management of lowland fluvial systems in North America and Europe*, New York: Springer, pp. 27-52
- OLLERO, A., ACÍN, V., BALLARÍN, D., BONÉ, P., DÍAZ, E., GRANADO, D., HORACIO, J., IBISATE, A., MORA, D., SÁNCHEZ FABRE, M. (2015b): "Geografía y restauración fluvial", en De la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R. y Rodrigues, M. (ed): *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*, Zaragoza: Universidad de Zaragoza y AGE, pp. 1785-1792
- PIÉGAY, H., DARBY, S.E., MOSSELMAN, E., SURIAN, N. (2005): "A review of techniques available for delimiting the erodible river corridor: a sustainable approach to managing bank erosion". *River Research and Applications*, 21: 773-789
- SÁNCHEZ, F.J., LASTRA, J. (coords, 2011): *Guía metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino
- SOAR, P.J., THORNE, C.R. (2001): *Channel restoration design for meandering rivers*. Washington: Engineer Research and Development Center
- WOHL, E. (2019): "Forgotten legacies: understanding and mitigating historical human alterations of river corridors". *Water Resources Research*, 55, 10.1029/2018WR024433