



Reflexiones y enfoques en la conservación y restauración de ríos: georrestauración y pensamiento fluvial

Jesús Horacio
Universidad de Concepción, Chile
Universidade de Santiago de Compostela.
horacio.garcia@usc.es

Reflexiones y enfoques en la conservación y restauración de ríos: georrestauración y pensamiento fluvial (Resumen)

En los últimos años las sociedades más avanzadas se comienzan a replantear los principios y métodos aplicados para la gestión de los ríos. Este cambio de tendencia en la forma de pensar acerca de nuestro patrimonio fluvial es lo que se denomina en este trabajo: *pensamiento fluvial*. Este pensamiento implica derrocar ideas incompletas o erróneas sobre qué es un río y aceptarlo como un sistema natural dinámico. Pero el pensamiento fluvial invita también a discutir sobre la forma de conservar y restaurar los ríos. En este sentido, la geomorfología fluvial surge como la ciencia básica para el diseño de los planes de conservación y restauración (georrestauración). De hecho, a lo largo de las dos últimas décadas el interés por los procesos geomorfológicos fluviales ha salido del plano meramente científico, convirtiéndose en una línea de investigación aplicada muy útil para las administraciones territoriales.

Palabras clave: restauración fluvial, geomorfología, río, georrestauración, pensamiento fluvial.

Deliberation and approaches to the conservation and restoration of rivers: geo-restoration and fluvial thought (Abstract)

In recent years the most advanced societies are beginning to rethink the principles applied in river management methods. This shift in the way we think about our river heritage is what is called in this paper: fluvial thought. This thinking implies overthrowing incomplete or erroneous ideas about what is a river and acknowledge it as a dynamic natural system. But the fluvial thought also invites discussion on how to conserve and restore rivers. In this sense, the fluvial geomorphology emerges like the basic science for designing conservation plans and restoration (geo-restoration). In fact, over the last two decades the interest in fluvial geomorphic processes has left the purely scientific level, becoming a line of applied research useful for territorial management.

Key words: fluvial restoration, geomorphology, river, geo-restoration, fluvial thought.

Se discute sobre dos necesidades vitales para los ríos: conservación y restauración. La importancia de conservar y restaurar el mal estado ecológico de numerosos tramos de río es consecuencia de la ineficaz gestión que se ha realizado hasta fechas recientes¹. Para alcanzar este doble objetivo es fundamental que la sociedad adquiera un nuevo enfoque en la concepción de lo que realmente es un río. Este nuevo *pensamiento fluvial* es la llave para superar el desconocimiento que hay sobre la dinámica fluvial, pero también para valorar el patrimonio natural que son nuestros ríos y salvaguardarlos para generaciones futuras. En este sentido, el artículo 4 de la *Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural* (UNESCO), señala que “cada uno de los Estados Partes en la presente Convención reconoce que la obligación de identificar, proteger, conservar, rehabilitar y transmitir a las generaciones futuras el patrimonio cultural y natural situado en su territorio, le incumbe primordialmente”. La conservación y restauración del patrimonio natural no se trata de un hecho que concierne en exclusiva al *gremio ecologista*. Se trata de un hecho de interés general por la importancia que los ríos tienen para la humanidad y los graves perjuicios que su deterioro provoca. Además, no se puede olvidar que todos vivimos en una cuenca hidrográfica y que cualquiera de nuestras acciones, por insignificante que sea, va a tener una repercusión en la ecología del río, por consiguiente, en nuestra calidad de vida.

Una sociedad con un pensamiento fluvial maduro concibe la diversidad de ambientes fluviales como algo inherente a la propia concepción de lo que es un río: un sistema abierto, complejo y dinámico en el espacio y en el tiempo². El pensamiento fluvial está estrechamente relacionado con la idea de “innovación” propuesta por Ollero *et al.* (2011a)³: “cambio de mentalidad, innovación en gestión, en ordenación del territorio, en valoración de la libertad geomorfológica, en búsqueda de la máxima naturalidad, en entender la restauración como auto-recuperación, en devolver a los ríos su espacio, en formación técnica y en educación ambiental. La clave que debe guiar todo el proceso de innovación fluvial es la naturalidad. Hay que lograr la mayor naturalidad posible en el sistema, lo cual constituye un enorme reto en la situación actual”. La restauración es la principal herramienta para lograr la naturalidad del sistema fluvial y derribar así viejos dogmas de la ingeniería tradicional⁴. La restauración aquí propuesta gira en torno a la geomorfología fluvial, siendo esta ciencia uno de los ejes sobre los que se sostiene la ecológica de un río⁵.

Respecto al desarrollo del artículo es preciso aclarar dos aspectos. Primero, que los ejemplos de normativas y experiencias presentados en el texto están referidos al ámbito español y/o europeo. Segundo, que las tres palabras clave que dan forma y estructuran el título de este estudio (conservación, restauración y pensamiento fluvial), sirven también para hilvanar la lectura en cuatro partes: (I) el río del siglo XXI; (II) georrestauración fluvial; (III) pensamiento fluvial; y (IV) conclusiones.

El río del siglo XXI

Un río es un sistema natural dinámico temporal y espacialmente, abierto, extremadamente complejo y con caudales líquidos, sólidos y biológicos fluctuantes⁶. La *Real Academia*

¹ Hey, 2001.

² Ollero, 2007.

³ Ollero *et al.*, 2011a, p. 1

⁴ Ollero *et al.*, 2011a.

⁵ Urban y Daniels, 2006; Ibisate *et al.*, 2011.

⁶ Ver: Werrity, 1997; Malavoi *et al.*, 1998; Ollero, 2007; Horacio, 2015.

Española (RAE, en adelante) define río como una “corriente de agua continua y más o menos caudalosa que va a desembocar en otra, en un lago o en el mar”. La comparativa entre ambas definiciones deja entrever que se trata de dos enfoques muy diferentes. Según el axioma de la RAE las redes de drenaje por las que temporalmente no circule agua no son un río. La función de un río, entendido como un sistema fluvial, es, dicho de un modo reduccionista, la de transportar agua y sedimentos (caudal líquido y sólido) de un punto a otro. No obstante, en redes de drenaje de territorios áridos esta función únicamente se activa durante episodios de lluvias, sin que por ello dejen de ser ríos (figura 1). En ambientes de mayor pluviosidad, o con un flujo de base permanente, los ríos no llegan a secarse. La definición que establece la RAE considera qué es un río en función de un criterio hidrológico (caudal), cuando debería hacerlo según su funcionalidad. La RAE señala también que la corriente de agua que conforma el río va a “desembocar en otra, en un lago o en el mar”. Esta generalidad omite sin embargo la condición de diversidad de los sistemas fluviales. Ríos como el Okavango, en el África meridional, vierte sus aguas sobre el desierto del Kalahari, al norte de Botswana. En las cuencas arreicas, tan numerosas en áreas desérticas, las aguas no desembocan en otra corriente, en un lago o en el mar, sino que se infiltran o evaporan hasta desaparecer del paisaje. En otros casos, fundamentalmente en terrenos calizos, las corrientes de agua pueden penetrar por sumideros hacia los acuíferos, perdiendo así su continuidad superficial. Los ríos de estos ejemplos particulares no formarían parte de la definición de río que figura en la RAE.

Horacio (2015) sugiere revisar la definición de la RAE. Este cambio, propone el citado autor, debería considerar: primero, que la definición actual de río se refiere exclusivamente a las características de un tipo de río, es decir, aquellos de caudal permanente. Segundo, incluir en la definición de río conceptos como: sistema, caudales líquidos, sólidos y biológicos, cauce, llanura y dinámica. Con base en esta idea se puede reformular el actual enunciado de río a otro que lo defina como: “sistema natural representado por una corriente de agua continua o discontinua con un marcado dinamismo temporal y espacial (crecidas y estiajes). La corriente es portadora de caudales líquidos, sólidos y biológicos que son vertidos en otra corriente, en un lago, en el mar o, excepcionalmente, desaparecen (sistemas arreicos) o extienden sus caudales sobre la superficie terrestre. El río es también lo hiporreico, lo que está por debajo de la superficie, el cauce por el que discurre y la llanura que puede inundar periódicamente”⁷.



Figura 1. Ejemplo de dos tipos de sistemas fluviales (ríos) de características diferenciadas. A la izquierda río Lor (Lugo, Galicia, España) y a la derecha barranco de Araguás (Huesca, Aragón, España).

Fuente: Elaboración propia.

⁷ Horacio, 2015, p. 21

Para alcanzar la idea de río propuesta por Horacio (2015) es esencial concienciar a la sociedad de que un río no es un mero canal de agua⁸. El río del siglo XXI, en contraposición a esa visión más clasista que ofrece la RAE, es, ante todo, un sistema natural⁹ constituyente de una enorme red ecológica altamente variada en procesos y formas¹⁰. La participación del término “sistema” en la definición de río, supone referirse la presencia de multitud de subsistemas o componentes interactuantes a diferentes escalas espaciales y temporales¹¹. La variación en alguno de los subsistemas repercute automáticamente sobre los demás y sobre el conjunto. Todo sistema fluvial es estable en el tiempo, si bien, se trata de una estabilidad relativa a la que habría que referirse como una estabilidad dentro de un equilibrio funcional¹², por los constantes ajustes que se producen de forma continuada como respuesta a cualquier alteración o cambio. Es lo que se conoce como equilibrio dinámico¹³. Esta complejidad que atesoran los ríos requiere de principios científicos interdisciplinarios para tener una completa comprensión de su funcionamiento como sistema¹⁴.

Georrestauración fluvial

Sobre el concepto

El término georrestauración fluvial¹⁵ surge de la importancia que la geomorfología tiene en la comprensión y restauración de los ríos¹⁶. Esta importancia se debe a que un sistema fluvial es consecuencia de las componentes estructural (litología y tectónica) y climática¹⁷, de las que deriva un tipo de relieve y régimen hidrológico y sedimentológico determinado¹⁸. Los procesos y formas hidrogeomorfológicas resultantes son la base abiótica sobre la que se desarrolla la componente biológica¹⁹. Elementos bióticos y abióticos conforman la ecología del río²⁰, aunque no siempre sea posible deslindar causa y efecto, o variables dependientes de independientes²¹. La *Directiva Marco del Agua (2000/60/CE)*²² señala que “deben fijarse objetivos medioambientales para garantizar el buen estado de las aguas superficiales y subterráneas en toda la Comunidad y evitar el deterioro del estado de las aguas a nivel comunitario”²³. Por esta razón, el estudio ecológico de todo sistema fluvial necesita *per se*, y en primer orden de importancia, del análisis de la dimensión geomorfológica e hidrológica²⁴.

⁸ Martín Vide, 2006; Ollero, 2007.

⁹ Ver: Schumm, 1977; Leopold, 1994; Charlton, 2008.

¹⁰ Rice *et al.*, 2010.

¹¹ Ver: Schumm y Lichty, 1965; Chorley y Kennedy, 1971; Wheaton *et al.*, 2011.

¹² López-Bermúdez *et al.*, 1992.

¹³ Ver: Schumm, 1977; Wolman y Gerson, 1978; Lane, 1995; Conesa-García, 1999; Church, 2002; Parsons *et al.*, 2009.

¹⁴ Paola *et al.*, 2006.

¹⁵ Horacio, 2015.

¹⁶ Ver: Newson *et al.*, 1998; Kondolf *et al.*, 2003; Wohl *et al.*, 2005; Urban y Daniels, 2006; Eyquem, 2007; González del Tánago y García de Jalón, 2007; Ollero, 2007; Wheaton *et al.*, 2011; Simon *et al.*, 2013; Horacio, 2014.

¹⁷ Montgomery y Buffington, 1998.

¹⁸ Brussock *et al.*, 1985; Poff *et al.*, 1997.

¹⁹ Tockner, 2003.

²⁰ Brierley y Fryirs, 2005.

²¹ Fernández *et al.*, 2012.

²² Ver: <http://www.directivamarco.es/>

²³ DMA, 2000, p. 3

²⁴ Fryirs y Brierley, 2012; Horacio, 2012.

La restauración fluvial se enmarca dentro de un concepto más amplio denominado gestión fluvial. Esta gestión hace referencia a los diferentes trámites sociales que conducen al logro de un sistema fluvial sin degradación²⁵. Dentro de los procesos de gestión existe un amplio entramado administrativo y metodológico. En el primero subyacen dos componentes, uno ecológico y otro socio-económico. La gestión administrativa variará en función de la importancia que la sociedad otorgue a cada uno de ellos²⁶. Dentro del marco metodológico la restauración fluvial es la parte de la gestión encargada de recuperar al río en su funcionamiento como sistema. Desde el *Centro Ibérico de Restauración Fluvial* (CIREF) se define restauración como: “restablecer o recuperar un sistema natural a partir de la eliminación de los impactos que lo degradaban y a lo largo de un proceso prolongado en el tiempo, hasta alcanzar un funcionamiento natural y autosostenible”²⁷. Frente a la complejidad que entraña una restauración total del sistema, se está imponiendo en los últimos años el concepto de rehabilitación: “práctica que responde también a los objetivos de la restauración pero con las limitaciones que imponen las presiones humanas y en consenso con la sociedad, siendo definida por los gestores”²⁸.

La consolidación de una restauración fluvial íntegra es compleja o, más bien, utópica²⁹. Los logros alcanzados hasta la fecha hay que ceñirlos a éxitos puntuales en pequeños tramos de río³⁰ y no a un sistema propiamente dicho. Parte de la dificultad en lograr una auténtica restauración reside, por un lado, en la desigualdad de objetivos y prioridades entre lo natural y lo socio-económico. Por otro, debido a lo complejo de encontrar estados fluviales prístinos que sirvan de referencia³¹. Kondolf (1995) fija en 5 los elementos para una restauración efectiva: claridad en los objetivos; datos de referencia; buen diseño del estudio; compromiso a largo plazo; y, muy importante, voluntad en reconocer el fracaso de la medida restauradora. Este último punto es de vital importancia porque una rectificación a tiempo puede suponer el éxito en la restauración del río. Hay que ser conscientes que la restauración / rehabilitación fluvial es una ciencia joven, en proceso de formación y experimentación³².

La ausencia de un elevado número de resultados en materia de restauración hace que no exista todavía una línea de actuación bien definida. Mientras autores como Hey (2006) o Lee y Julien (2006) abordan la reconstrucción de los cauces a partir de la geometría hidráulica, otros expertos apuestan por dejar que sea el río el encargado de ejecutar la restauración³³. Otras líneas de actuación se enfocan más hacia la bioingeniería³⁴.

La buena calidad hidrogeomorfológica de los ríos de la Península Ibérica exigida por la *Directiva Marco del Agua (2000/60/CE)*, está lejos de alcanzarse en mucho kilómetros de la red hidrográfica. El elevado número de ríos con algún tipo de regulación hídrica, la cantidad de presas y la intensa ocupación de las llanuras de inundación por actividades humanas, son un condicionante para alcanzar el buen estado ecológico, pero también un motivo más de esta necesidad. Del estudio SCARCE (*Assessing and predicting effects on water quantity and quality in Iberian rivers caused by global change*), en el que participaron diversos centros de

²⁵ Poff *et al.*, 2003.

²⁶ Pérez-Chacón, 1995.

²⁷ CIREF, 2010, p. 2

²⁸ CIREF, 2010, p. 3

²⁹ Berastegi *et al.*, 2008.

³⁰ Ver: Holmes y Nielsen, 1998; Nijland y Cals, 2001; Morandi 2014; Morandi *et al.*, 2014.

³¹ Hey, 2006.

³² Ver: Kondolf *et al.*, 2007; Palmer *et al.*, 2007; Kristensen *et al.*, 2013.

³³ Ver: Ollero y Sánchez Fabre, 2007; Berastegi *et al.*, 2008; Kondolf, 2011; Ollero *et al.*, 2011a; Ballarín y Rodríguez, 2013; Horacio, 2014; Ollero *et al.*, 2014.

³⁴ Magdaleno, 2008.

investigación, se desprende algunos datos alarmantes, por ejemplo: más de un 70% de los cursos de la Península Ibérica han perdido caudal en las últimas décadas. Valga como dato extremo que en la parte baja del río Ebro el caudal disminuyó un 45% entre los años 1940 y 1997.

De lo teórico a lo práctico: marco de aplicación

El paso de un hecho teórico a otro práctico se establece mediante un marco de aplicación. Este imprimirá las directrices metodológicas y pautas de actuación empleadas en el proceso de georrestauración fluvial. El modelo de seguimiento propuesto (figura 2) se caracteriza por: (I) ser válido para cualquier territorio; y (II) su organización en fases hace que el proceso pueda omitir algunas de las etapas iniciales, aunque es aconsejable no fraccionar cada uno de los cuatro grandes bloques (conceptualización y descripción; datos (recogida y preparación); caracterización y clasificación; aplicación). El correcto enfoque teórico y conceptual es la base de un buen desarrollo práctico, por este motivo es fundamental que las ideas clave de la fase de conceptualización acompañen el desarrollo del proyecto.

La interiorización de la idea sistémica del río, de que todo lo que sucede en cualquier punto de la cuenca repercute en él, con diferente magnitud y/o celeridad³⁵, debe circunscribir cualquier cometido del marco de aplicación en cualquiera de sus fases. El diseño de los aspectos estratégicos de gestión no puede descuidarse por cuanto son los encargados de equilibrar, de forma realista, recursos disponibles y alcance del proyecto³⁶.

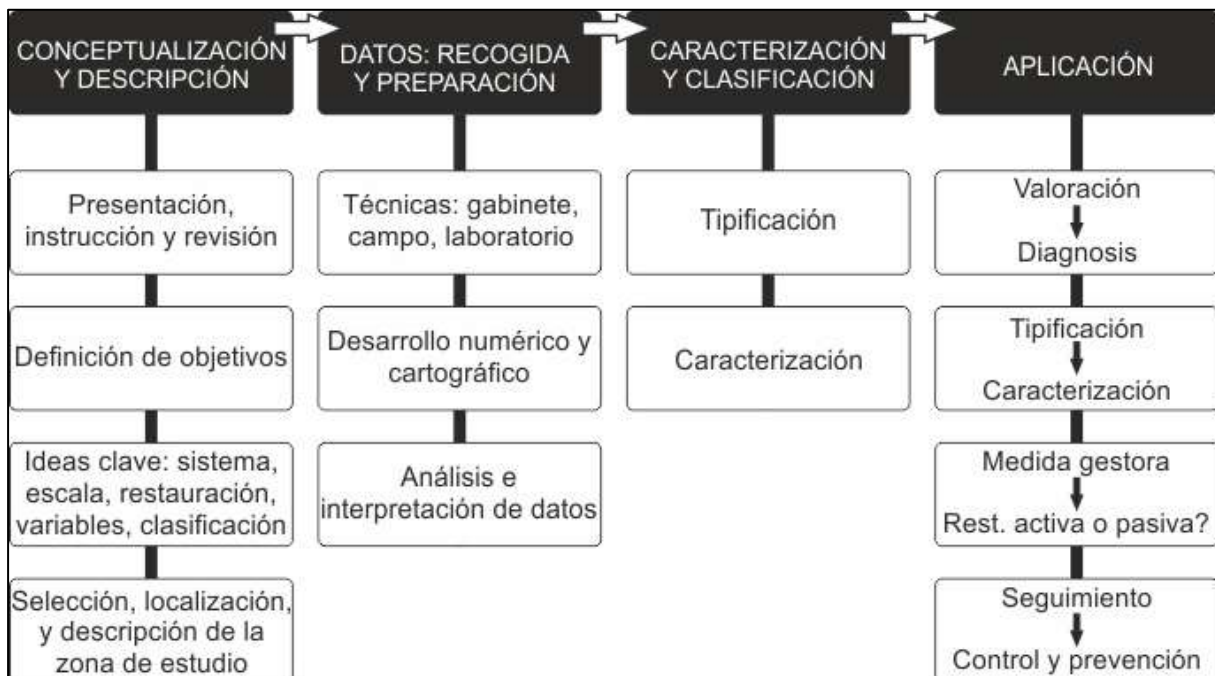


Figura 2. Marco de aplicación en un proceso de georrestauración fluvial.

Fuente: Elaboración propia

La fase de conceptualización y descripción del área de estudio marca el punto de partida del marco de aplicación. Esta fase se divide a su vez en cuatro sub-etapas. La primera sirve para presentar la problemática y analizar el estado de la cuestión. La segunda fija las pretensiones

³⁵ Wolman y Miller, 1960; Tricart, 1974.

³⁶ Gotschol *et al.*, 2014.

de partida (hipótesis), y que deben actuar como estímulo de los objetivos a alcanzar. La siguiente fase de análisis se encarga de la preparación y recogida de los datos. En la misma se concretan las técnicas de gabinete, campo y laboratorio a desarrollar (parámetros bajo los cuales se obtendrán los resultados).

Seguidamente se procede con el desarrollo cartográfico y análisis de los datos obtenidos en campo, gabinete y laboratorio. En la siguiente fase se elaboran las caracterizaciones y clasificaciones derivadas del estudio de los datos. El ejercicio de tipificación establece una primera introspección de la realidad a la que se enfrenta el analista. Esto sirve para ajustar las zonas de estudio y tener un esbozo de las características geomorfológicas de la red de drenaje.

La caracterización marca un detalle de análisis elevado y que será función de la escala (y esta a su vez del presupuesto del estudio). En último lugar está la fase de aplicación, que consiste en el volcado lógico de todo lo efectuado en pasos anteriores. En el mismo se distinguen cuatro sub-fases: diagnóstico; caracterización; aplicación técnica (restauración pasiva o activa); control y prevención.

En la figura 3 se explica la fase de aplicación a partir de una comparativa entre la medicina fluvial y la georrestauración de ríos. La calidad y georrestauración de un río puede equipararse metafóricamente con la forma de proceder en la enfermedad de una persona y su posterior recuperación³⁷. La analogía entre ecosistema y salud humana se refiere al estado de naturalidad en que se encuentra un sistema natural, y cómo este se podría equiparar con una persona enferma que necesita ayuda para la plena recuperación de sus condiciones fisiológicas. Un sistema será saludable cuando sus características, biodiversidad y funciones se mantengan en el tiempo.

Por el contrario, un río no saludable es aquel que pierde biodiversidad, que pierde funciones por explotaciones humanas intensas o, por ejemplo, sufre cambios ambientales. Un buen baremo para tasar la salud del río es hacerlo a través de su capacidad y rapidez de ajuste al cambio (resiliencia) ante una perturbación externa³⁸. Norris y Thoms (1999) indican que un río saludable se recuperará mucho más rápido y con mayor éxito que uno que no lo está. En la figura 4 se presenta la aplicación del Índice HidroGeomorfológico (IHG)³⁹ sobre el río Cabe (Lugo).

Los diferentes impactos detectados en el río Cabe exigen diversas soluciones. La primera de ellas consiste en frenar cualquier nuevo impacto evitando la creación de azudes, presas, extracciones líquidas y sólidas, talas, urbanizaciones, entre otras, que puedan afectar directamente al cauce o a su llanura. Como segunda medida habría que tratar, dentro de las posibilidades económicas, sociales y políticas, de retirar o mitigar el impacto de aquellas obras o actuaciones que afectan al río para que este pueda auto-restaurarse. También se insta a actuaciones a nivel de cuenca en la línea del cumplimiento de las normativas medioambientales y de usos del suelo.

³⁷ Rapport, 1989; Rapport *et al.*, 1998.

³⁸ Ver: Wolman y Gerson, 1978; Costanza y Mageau, 1999; Church, 2002; Standish *et al.*, 2014.

³⁹ Ollero *et al.*, 2009

MEDICINA			
FASE	DESARROLLO	CASO PRÁCTICO	REPRESENTACIÓN
Síntoma	Manifestación física del tipo que sea	Descamación codo, picor, escozor	
Diagnóstico ⓓ	Paso 01. ¿Qué enfermedad?	Psoriasis	 
	Paso 02. Clasificac. sintomatología	Psoriasis en placa	
	Paso 03. Historial clínico	Antecedente familiar con psoriasis	
Tratamiento Ⓣ	Propuesta pasiva	Hábitos alimenticios y ejercicio	 
	Propuesta activa	Medicaci.: esteroide	
	Propuesta mixta	Mejora de hábitos y medicac. moderada (de uso tópico)	
Seguimiento	Supuesto 01: recuperado	La piel está recuperada	 
	Supuesto 02: recuperación parcial → Ⓣ	Persisten algunas manchas psoriasis en espalda	
	Supuesto 03: → ⓓ sin recuperar → Ⓣ	La piel no está recuperada	
	Supuesto 04: empeoramiento → ⓓ → Ⓣ	Estado empeora a causa tratamiento	
Prevención	Revisiones y análisis periódicos	Visita anual al dermatólogo	


RESTAURACIÓN FLUVIAL			
FASE	DESARROLLO	CASO PRÁCTICO	REPRESENTACIÓN
Síntoma	Manifestación física del tipo que sea	Descalzamiento de un puente	
Diagnóstico ⓓ	Paso 01. ¿Qué enfermedad?	Desequilib. erosión-sedimentación	 
	Paso 02. Clasificac. sintomatología	Erosión vertical acentuada	
	Paso 03. Historial clínico	Gravera instalada desde hace 22 años	
Tratamiento Ⓣ	Propuesta pasiva	Detener extracción gravas	
	Propuesta activa	Ganar anch. cauce	
	Propuesta mixta	Detener extracción gravas y recuperar fuentes sedimento	
Seguimiento	Supuesto 01: recuperado	Río recupera su condición ecológica	  
	Supuesto 02: recuperación parcial → Ⓣ	Persisten algunos puntos con erosión vertical notable	
	Supuesto 03: → ⓓ sin recuperar → Ⓣ	Río no recupera su condición ecológica	
	Supuesto 04: empeoramiento → ⓓ → Ⓣ	La gestión aplicada empeora al río	
Prevención	Revisiones y análisis periódicos	Seguimiento anual según indicadores	

Figura 3. Metáfora entre salud humana y salud del ecosistema fluvial replicable en la georrestauración. Fuente: Horacio, 2015.

La metáfora médica se inicia con una manifestación física que es sintomática de un problema. Los médicos del río son multitud de expertos (ecólogos, biólogos, geólogos, geógrafos, ingenieros, economistas, sociólogos, etc.). En la fase del diagnóstico se siguen tres pasos: qué enfermedad; clasificación de la misma según sintomatología; historial clínico. Para determinar el tipo de enfermedad del río se necesitan profesionales con amplia experiencia en la materia⁴⁰ y, como se ha dicho, de multitud de disciplinas, no solo la centradas exclusivamente en el ámbito de las ciencias naturales⁴¹. Aunque debe ser el geomorfólogo quién dirija las “operaciones” por su control sobre las claves del funcionamiento del sistema.

Para la clasificación según sintomatología se hace necesario acudir a índices de valoración que ponderen el estado de conservación del río⁴². El valor de estos índices sirve para dimensionar, y también descubrir o afinar, el tipo de dolencia del río. En último lugar, el historial clínico es usado para conocer la salud y genética de los familiares del paciente, lo que pueda ayudar a clarificar la enfermedad y predecir un diagnóstico y tratamiento más ajustable. El historial clínico del río lo establecen los paleo estudios⁴³ y el análisis de fotografía aérea de épocas históricas⁴⁴.

El tratamiento fluvial que se desprenda del diagnóstico está ordenado en tres categorías: propuesta pasiva, propuesta activa y propuesta mixta. La primera consistiría en frenar el foco del problema y permitir que el río recupere progresivamente su estado natural. La propuesta activa supone intervenir directamente sobre el río. La postura mixta resulta de una combinación de las otras dos propuestas.

En la fase de seguimiento se pueden dar cuatro posibles supuestos una vez experimentado el tratamiento. El logro del primer supuesto es lo idóneo pues supondría que diagnóstico y tratamiento aplicado al río han sido un éxito. No obstante, puede suceder que la recuperación del río sea solamente parcial, lo que supondrá una revisión del tratamiento en intensificación o con una nueva propuesta. En cualquier caso, en este supuesto, se presupone que el diagnóstico es correcto. Pero no sucede así en el tercer supuesto, aquel en el que el río no logra alcanzar un buen estado ecológico. Esto se traduce como un fracaso del diagnóstico y posterior tratamiento. Konfold (1995) sugiere que la rápida aceptación del fracaso por parte del equipo gestor revertirá en la degradación del río. En esta situación es aconsejable seguir una de las dos fases anteriores (diagnóstico y/o tratamiento).

El peor de los escenarios lo establece el cuarto supuesto. En este caso hay una serie de errores en cadena, desde la percepción del síntoma, pasando por el diagnóstico hasta el tratamiento paliativo aplicado. Ante este error, catalogado como muy grave, se sugiere la inmediata sustitución del equipo gestor y reactivar la restauración analizando el síntoma con un nuevo equipo.

A la fase de seguimiento le sigue una de prevención. Esta fase debe realizarse con cierta periodicidad, independientemente de si el río sufre una perturbación. Este factor preventivo consiste en chequeos mediante índices de valoración⁴⁵ y la consulta de indicadores⁴⁶.

⁴⁰ Soar y Thorne, 2001.

⁴¹ Newson, 2002; GSA, 2004.

⁴² Ver: Munné *et al.*, 2006; Ollero *et al.*, 2009, 2011c.

⁴³ Benito *et al.*, 2003; Pérez-Alberti *et al.*, 2013.

⁴⁴ Kondolf y Piégay, 2003; Lord *et al.*, 2009.

⁴⁵ Ott, 1978.

⁴⁶ Ver: Osterkamp y Schumm, 1996; Gergel *et al.*, 2002; Ollero *et al.*, 2011b.



Figura 4. Aplicación del índice IHG sobre el río Cabe e impactos detectados.

Fuente: Elaboración propia

Hacia un pensamiento fluvial

La potencialización industrial, las nuevas tendencias consumistas o el dispendio de agua son aspectos ligados a los países más desarrollados. Como respuesta a esta problemática, las sociedades de estos países comienzan a tomar conciencia y a cuestionarse el estado de la ecología fluvial. La conservación y el uso coherente de los ríos se convierten así en un paradigma de las sociedades desarrolladas. El cambio positivo de concienciación que estas sociedades muestran hacia los valores naturales, en este caso fluviales, es lo que se ha denominado en este trabajo *pensamiento fluvial*. Es esencial que se modifique la actual visión que se tiene de los ríos y pasen a concebirse como lo que son, verdaderos sistemas naturales con unas funciones ecológicas de primera necesidad para la sociedad. La pérdida de esta visión sistémica conlleva una merma en la percepción y valoración de los ríos.

Martín Vide (2006) distingue en tono de humor a los ciudadanos *gravófilos* y a los *gravófobos*. Los primeros son ciudadanos con aprecio por las gravas de los ríos, como una parte consustancial a estos. Los segundos son aquellos que presuponen que la grava es un problema para el río y que, por lo tanto, debe ser eliminada. La gente *gravófila* es minoritaria, a pesar de que su pensamiento fluvial es el correcto. Desde ciertos poderes públicos se promueve la falsa idea de que los ríos necesitan ser limpiados y que la grava (caudal sólido) es un problema, cuando en realidad es una parte esencial del río. Por este motivo, el pensamiento fluvial consiste no solo en una reeducación de la sociedad, sino también de los estamentos políticos, administrativos y educativos. En los pliegos oficiales de proyectos públicos existen multitud de malas praxis reflejo de lo que no es restauración fluvial. Términos y acepciones como “definir trazado del cauce” o “estabilidad”, deben ser desterradas de la restauración fluvial porque van en contra del comportamiento dinámico y natural de un río. De sumo interés es también el estudio desarrollado por Ruiz-Villanueva *et al.* (2015). Estos autores analizan la percepción que la sociedad tiene de la madera muerta depositada en los cauces. Esta madera es un componente de la ecología del río, de su dinámica y partícipe de los procesos de restauración. Los resultados preliminares del estudio confirman, sin embargo, que los cauces con madera son considerados más peligrosos y se asocian con el riesgo de inundaciones.

El pensamiento fluvial supone también un cambio por parte del sistema económico, pasando de una “economía ambiental” a una “economía ecológica”. En la primera las riquezas naturales son valorizables monetariamente como gesto de compensación a la naturaleza por los daños producidos. La segunda propuesta integra el sistema fluvial en el engranaje económico, constituyendo un todo. De este modo se está apostando fuertemente por un desarrollo sostenible que trata de conjugar armoniosamente el progreso social con el económico, considerando siempre el uso racional de los recursos así como su conservación y mejora. No se podrá concebir el desarrollo sostenible de los sistemas fluviales sin una nueva y reformada economía, la cual perpetúe que naturaleza y desarrollismo no son conceptos extremos ni contradictorios pues, de lo contrario, y ante la falta de medidas, el desarrollismo hipotecará el futuro. En esta línea surge el concepto de “eco-condicionalidad”, como una aplicación práctica que remunera económicamente a las poblaciones ribereñas si estas cumplen una serie de medidas beneficiosas para el río.

De las conclusiones del *I Congreso Ibérico de Restauración Fluvial*⁴⁷, celebrado en León (España) en octubre de 2011, se extrae la lógica necesidad de restaurar los ríos para que recuperen su buen estado ecológico, pero también que la restauración fluvial reporta una serie de servicios ambientales muchas veces difícilmente cuantificables⁴⁸. Además de que las funciones y valores de los sistemas fluviales son un elemento primordial en la planificación territorial⁴⁹. Por estas razones, las aportaciones ecológicas de un río hay que direccionarlas hacia un buen estado natural, de conservación, pero también hacia las funciones sobre la sociedad, que son muchas y variadas⁵⁰: beneficios en las actividades económicas, aguas residuales (higiene), almacenamiento y suministro de agua, actividades recreativas, paisajísticas, psíquico-espirituales o incluso el servicio del no uso.

Las investigaciones científicas en el campo de la restauración fluvial como base del buen estado ecológico tratan, cada vez más, de integrar los beneficios ambientales en los planes de

⁴⁷ Ver: <https://www.restaurarios.es/es/congreso/restaurarios-2011>.

⁴⁸ Ver: Pearce y Turner, 1990; Martínez-Alier *et al.*, 1998; Daily y Ellison, 2002.

⁴⁹ Brierley y Fryirs, 2005; Ollero y Elso, 2007.

⁵⁰ Ver: Ollero, 2007; Haines-Young y Potschin, 2010; Lois y Paül-Carril, 2011; García Burgos y Honey-Rosés, 2013.

gestión. La cuantificación del valor de los servicios ambientales es un atractivo acicate para justificar la necesidad de emprender un proyecto de restauración⁵¹. Otro pilar básico es la creciente implicación social y política en la mejora de los ecosistemas fluviales experimentada en los últimos años. Este hecho queda plasmado en iniciativas como el *pago por servicios ambientales* (PSA)⁵². No existe consenso en la definición de PSA⁵³, aunque podría resumirse en que “quienes se benefician de los servicios del ecosistema paguen *quid pro quo* de manera directa y contractual a quienes manejan la tierra”⁵⁴, garantizando de este modo la restauración y conservación de los ecosistemas.

La dificultad de trasladar a valor monetario los bienes y servicios que tributan los ecosistemas es motivo de mayor inversión en investigaciones geomorfológicas como laboratorio para la formación de expertos⁵⁵. El avance en el conocimiento científico de los ríos como ecosistema, facilita precisar el beneficio económico neto que tendría para la sociedad su estado óptimo⁵⁶. Esto ayudaría sustancialmente a que el coste de oportunidad, entendido como el beneficio renunciado por la elección de otra política de gestión⁵⁷, mire más hacia la vertiente de corte ecológico⁵⁸. En esta mirada se reclama cada vez más a la participación ciudadana, a que se produzca un intercambio entre el mundo científico y el del ciudadano, en lo que se podría llamar *ciencia ciudadana*. La implicación social es un motor de enorme poder para la restauración de cualquier sistema natural⁵⁹. No obstante, es preciso tener en cuenta que la nueva percepción de los ríos como sistemas naturales heterogéneos, complejos y, especialmente, dinámicos, por tanto, inestables y fluctuantes, choca frontalmente con la domesticación que muchas veces reclama la sociedad⁶⁰. Se necesita, por consiguiente, trabajos que investiguen en la importancia de la geomorfología para la restauración⁶¹.

Desde el ámbito europeo y español los estamentos públicos y diversas organizaciones están realizando un gran esfuerzo para conservar y mejorar el estado ecológico de los ríos. Leyes y normativas nuevas en materia de ordenación y gestión de riesgos parece que comienzan a ganar en pensamiento fluvial. Aunque al no existir un carácter retroactivo, los problemas ambientales y el daño socioeconómico pueden persistir. La *Directiva Marco del Agua* (2000/60/CE) y la *Directiva de Inundaciones* (2007/60/CE)⁶², la *Ley de Aguas* (*Ley 11/2005*)⁶³ o la *Estrategia Nacional de Restauración de Ríos* (ENRR)⁶⁴ han supuesto un impulso para la restauración fluvial, pero también para la georrestauración. Tradicionalmente, la definición de un ecosistema saludable enfatizaba en la biota⁶⁵, ignorando el uso de la parte no biológica del ecosistema que opera independientemente de la biota, pero sobre la que esta es dependiente⁶⁶. Norris y Thoms (1999) señalan que, desafortunadamente, las conexiones

⁵¹ Honey-Rosés, 2012.

⁵² Ver informe: MEA, 2005.

⁵³ Wunder *et al.*, 2007.

⁵⁴ Wunder, 2007; ver Wunder *et al.*, 2007, p. 40

⁵⁵ Soar y Thorne, 2001; Newson, 2002.

⁵⁶ Ver: Daily, 1997; Mercurio, 1997; Sabater y Elosegui, 2013.

⁵⁷ LeDoux y Wilkerson, 2008.

⁵⁸ Honey-Rosés *et al.*, 2013.

⁵⁹ Ver: Newson y Large, 2006; González del Tánago y García de Jalón, 2007.

⁶⁰ Brierley y Fryirs, 2005; Mumby *et al.*, 2014.

⁶¹ Ver: Newson, 2002; Clarke *et al.*, 2003; Simon *et al.*, 2013.

⁶² Ver: http://ec.europa.eu/environment/water/flood_risk/.

⁶³ Ver: http://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2005-10622.

⁶⁴ Ver: <http://www.magrama.gob.es/es/agua/temas/delimitacion-y-restauracion-del-dominio-publico-hidraulico/estrategia-nacional-restauracion-rios/>.

⁶⁵ Carpenter *et al.*, 1992; Boon *et al.*, 1998; Karr, 1999; Pardo *et al.*, 2002; Munné *et al.*, 2003.

⁶⁶ Kronvang *et al.*, 1998, Vieira *et al.*, 2012.

entre las disciplinas hidrológicas y biológicas son pobres, en especial a gran escala⁶⁷, aunque en la última década esta tendencia se ha ido invirtiendo. Uno de los grandes problemas de la integración de la geomorfología es que opera a escalas mucho más grandes de la que se suele trabajar en biología fluvial. Con todo, la ciencia geomorfológica se va abriendo camino y ganando adeptos en ámbitos científicos antes reticentes. Un ejemplo inequívoco reflejo del creciente aumento en importancia de la figura del geomorfólogo, se produce con la inclusión en el *Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables* (SNCZI) de la componente geomorfológica. Dicho documento se enmarca en el *Real Decreto 903/2010* de evaluación y gestión de los riesgos de inundación y en el *Real Decreto 89/1986* por el que se aprueba el *Reglamento del Dominio Público Hidráulico*. El documento se concibe como “un elemento de ayuda a la hora de desarrollar los trabajos de generación de cartografía de Dominio Público Hidráulico y de zonas inundables”. Como indica el manual del SNCZI: “tradicionalmente, la definición de zonas inundables ha sido una labor de técnicos especialistas en modelización hidrológico-hidráulica. Las últimas experiencias en la materia, sin embargo, muestran la necesidad de combinar dichas tareas con el análisis geomorfológico-histórico de cauces y llanuras, en una labor multidisciplinar especialmente importante cuando se trata de definir el Dominio Público Hidráulico o las zonas inundables de alta probabilidad”⁶⁸. Este requisito impuesto por la Comisión Europea podría considerarse como un pequeño avance, un cambio de tendencia del papel del geomorfólogo dentro de la gestión del riesgo, pero también de la restauración y el pensamiento fluvial.

Georrestauración y pensamiento fluvial siguen sendas paralelas ya que la restauración es un proceso que va más allá de la naturalización del río. No es solo un trabajo técnico, es también un trabajo con una fuerte componente social y educativa⁶⁹. Detrás de la restauración hay, o debe haber, un diagrama de flujos retroalimentado en el que intervienen la sociedad, los científicos y las fuerzas políticas y financieras y que, en última instancia, han de conducir al buen manejo del río como ecosistema⁷⁰. El hecho de entender el río como sistema, sus funciones, sus valores, supone que se establezca una relación de aprecio entre el ciudadano y el río, de puesta en valor⁷¹. Aquello que se valora siempre se protege más y se denuncian las malas prácticas. Además, resulta más sencillo educar a la ciudadanía que hacerlo a la clase política, la cual en numerosas ocasiones vive sujeta a la temporalidad que marca el calendario electoral. De hecho, no hay mayor fuerza de presión que un pueblo con estima por un bien y al que desea proteger.

Conclusiones

El nuevo pensamiento fluvial que comienza a brotar en los países con mayor sensibilidad ecológica, es una consecuencia lógica después del deterioro que los ríos han sufrido durante los últimos años con gran denuedo.

La restauración fluvial (y su ramal la georrestauración) nace de la necesidad de devolver al río a un estado más natural, por tanto más ecológico y sostenible con la sociedad. Esta ambiciosa empresa se conseguirá en la medida en que el pensamiento fluvial de las sociedades se encamine hacia el respecto por las cuatro dimensiones fundamentales del río que establecen Amoros y Petts (1993): transversal, longitudinal, vertical y temporal. Ante este

⁶⁷ Frissell *et al.*, 1986.

⁶⁸ SNCZI, 2010, p. 15

⁶⁹ Ver: Ives y Kendal, 2014; Vidal-Abarca *et al.*, 2014.

⁷⁰ Poff *et al.*, 2003.

⁷¹ Suárez-Alonso y Vidal-Abarca, 2012.

escenario de cambio de mentalidad, los estudios sobre la geomorfología del río constituyen un reto muy relevante para el conocimiento y la planificación de los sistemas fluviales. Ello implica una notable ampliación de perspectivas y conocimientos, tanto en tipos de sistemas fluviales como en tipos de funcionamiento hidrogeomorfológico, nuevas adaptaciones y mejoras metodológicas, así como un importante incremento en información.

El buen diálogo entre sociedad y científicos con los intereses políticos es un factor clave, y no solo para acometer cualquier actuación en el río, sino como medida preventiva y de seguimiento futuro. Se trata de crear un marco de convivencia en donde se ajusten las necesidades ecológicas del río como sistema natural, con las necesidades socio-económicas de la población. En este marco teórico el río debe minimizar el impacto de pérdida ecológica y la sociedad debe dar uso y disfrute de este (paisajístico, educativo, territorial, etc.). Por este motivo, el proceso de restauración es mucho más que *arreglar* el río. Es implicarse en su conocimiento para valorarlo y protegerlo y, en definitiva, convivir con él.

Agradecimientos

Al contrato de investigación de la Xunta de Galicia del Plan Gallego de Investigación, Innovación y Crecimiento 2011- 2015 (Plan 2C). El autor quiere también mostrar su agradecimiento a: Alfredo Ollero, Augusto Pérez-Alberti, David Granado, David Varela, Oriana Andreucci y Vanesa Acín por sus enriquecedoras aportaciones al texto.

Bibliografía

AMOROS, C. y PETTS, G.E. *Hydrosystèmes fluviaux*. Paris: Masson, 1993.

BALLARÍN, D. y RODRÍGUEZ, I. *Hidromorfología fluvial: algunos apuntes aplicados a la restauración de ríos en la cuenca del Duero*. Valladolid: Confederación Hidrográfica del Duero, 2013.

BENITO, G.; DÍEZ HERRERO, A. y FERNÁNDEZ DE VILLALTA, M. Magnitude and frequency of flooding in the Tagus basin (Central Spain) over the last millennium. *Climatic Change*, 2003, nº 58, p. 171-192.

BERASTEGI, A.; CALVO, A.; DÍEZ, J.R.; ELSO, J.; GARCÍA, E.; GARCÍA DE JALÓN, D.; GUIBERT, M.; HERNÁNDEZ, L.; HERRERA, A.; IBARROLA, I.; JASO, C.; MAGDALENO, F.; MARTÍNEZ CAPEL, F.; MARTÍNEZ ROMERO, R.; MENDOZA, F.; OLLERO, A.; ORDEIX, M.; SANZ, F.J.; SEGURA, R.; SIMON, P.; SOROLLA, A.; URRÁ, F. y VERDIER, J. *Biodiversidad y restauración de ecosistemas fluviales*. Pamplona: Gestión Ambiental, Viveros y Repoblaciones de Navarra, S.A., 2008.

BOON, P.J.; WILKINSON, J. y MARTIN, J. The application of SERCON (System for Evaluating Rivers for Conservation) to a selection of rivers in Britain. *Aquatic Conservation. Marine and Freshwater Ecosystems*, 1998, nº 8 (4), p. 597-616.

BRIERLEY, G.J. y FRYIRS, K.A. *Geomorphology and river management. Applications of the river styles framework*. Oxford: Blackwell, 2005.

- BRUSSOCK, P.P.; BROWN, A.V. y NIXON, J.C. Channel form and stream ecosystem models. *Water Resources Bulletin*, 1985, n° 21, p. 859-866.
- CARPENTER, S.R.; FISHER, S.G.; GRIMM, N.B. y KITCHELL, J.F. Global change and freshwater ecosystems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 1992, n° 23, p. 119-139.
- CHARLTON, R. *Fundamentals of fluvial geomorphology*. London and New York: Routledge, 2008.
- CHORLEY, R.J. y KENNEDY, A.B. *Physical geography: A systems approach*. London: Prentice-Hall, 1971.
- CHURCH, M. Geomorphic thresholds in riverine landscapes. *Freshwater Biology*, 2002, n° 47, p. 451-557.
- CIREF ¿Qué es restauración fluvial? *Centro Ibérico de Restauración Fluvial*, 2010.
- CLARKE, S.J.; BRUCE-BURGESS, L. y WHARTON, G. Linking form and function: towards an eco-hydromorphic approach to sustainable river restoration. *Aquatic Conservation. Marine and Freshwater Ecosystems*, 2003, n° 13, p. 439-450.
- CONESA-GARCÍA, C. Cambio ambiental y equilibrio dinámico de los cauces. *Papeles de Geografía*, 1999, n° 30, p. 31-46.
- COSTANZA, R. y MAGEAU, M. What is a healthy ecosystem? *Aquatic Ecology*, 1999, n° 33 (1), p. 105-115.
- COUDE-GAUSSSEN, G. Les Serras de Peneda et do Geres. Etude geomorphologique. *Mem. Centro Est. Geog.*, 1981.
- DAILY, G.C. y ELLISON, K. *The New Economy of Nature: The Quest to Make Conservation Profitable*. Washington D.C.: Island Press, 2002.
- DAILY, G.C. Introduction: What are ecosystem services? In: Daily, G.C. *Nature's services: Societal dependence on natural ecosystems*. Washington, D.C.: Island Press, 1997, p. 1-10.
- DMA *Directiva Marco del Agua (DMA 2000/60/CE)*, 2000.
- EYQUEM, J. Using fluvial geomorphology to inform integrated river basin management. *Water and Environment Journal*, 2007, n° 21, 54-60.
- FERNÁNDEZ, J.A.; MARTÍNEZ, C. y MAGDALENO, F. Application of indicators of hydrologic alterations in the designation of heavily modified water bodies in Spain. *Environmental Science y Policy*, 2012, n° 16: 31-43.
- FRISSELL, C.; LISS, W.J.; WARREN, C.E. y HURLEY, M.D. A hierarchical framework for stream habitat classification: viewing streams in a watershed context. *Environmental Management*, 1986, n° 10 (2), 199-214.
- FRYIRS, K.A. y BRIERLEY, G.J. *Geomorphic analysis of river systems: An approach to reading the landscape*. Oxford: Wiley-Blackwell, 2012.
- GARCÍA BURGOS, E. y HONEY-ROSÉS Los servicios ambientales y la restauración fluvial. *Centro Ibérico de Restauración Fluvial*, 2013.

GERGEL, S.E.; TURNER, M.G.; MILLER, J.R.; MELACK, J.M. y STANLEY, E.H. Landscape indicators of human impacts to riverine systems. *Aquatic Sciences*, 2002, nº 64 (2), p. 118-128.

GONZÁLEZ DEL TÁNAGO, M. y GARCÍA DE JALÓN, D. *Restauración de ríos. Guía metodológica para la elaboración de proyectos*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente, 2007.

GOTSCHOL, A.; DE GIOVANNI, P. y ESPOSITO VINZI, V. Is Environmental Management an Economically Sustainable Business? *Journal of Environmental Management*, 2014, nº 144, p. 73-82.

GSA QGyG Ad Hoc Committee on Applied Fluvial Geomorphology. *Position Statement on Applied Fluvial Geomorphology*. The Geological Society of America, 2004.

HAINES-YOUNG, R. y POTSCHIN, M. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: Raffaelli, D. y Frid, C. *Ecosystem ecology: A new synthesis*. Cambridge: BES Ecological Review Series, 2010, p. 110-139.

HEY, D.L. *Modern drainage design: the pros, the cons, and the future*. Presentation at the Annual Meeting of the American Institute of Hydrology, Minesota: Bloomington, 2001.

HEY, R.D. Fluvial geomorphological methodology for natural stable channel design. *Journal of the American Water Resources Association*, 2006, nº 42 (2), p. 357-374.

HOLMES, N.T.H. y NIELSEN, M.B. Restoration of the rivers Brede, Cole and Skerne: a joint Danish and British EU-LIFE demonstration project. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 1998, nº 8, p. 185-196.

HONEY-ROSÉS, J. *Ecosystem Services in Planning Practice for Urban and Technologically Advanced Landscapes*. PhD Dissertation. Department of Urban and Regional Planning. University of Illinois, Urbana Champaign, Urbana, IL., 2012.

HONEY-ROSÉS, J.; ACUÑA, V.; BARDINA, M.; BROZOVIĆ, N.; MARCÉ, R.; MUNNÉ, A.; SABATER, S.; TERMES, M.; VALERO, F.; VEGA, A. y SCHNEIDER, D.W. Examining the demand for ecosystem services: the value of stream restoration for drinking water treatment managers in the Llobregat River, Spain. *Ecological Economics*, 2013, nº 90, 196-205.

HORACIO, J. *Medicina fluvial. Un nuevo paradigma en la conservación y restauración de ríos bajo el enfoque de la geomorfología*. Jaca: Editorial Jolube, 2015, 129 p.

HORACIO, J. Caracterización geomorfológica de los ríos de Galicia mediante unidades litotopográficas. *Geographicalia*, 2012, nº 62, p. 35-66.

HORACIO, J. *Geomorfología fluvial en sistemas atlánticos: metodología de caracterización, clasificación y restauración para los ríos de Galicia*. Universidad de Santiago de Compostela, Galicia, Santiago de Compostela (Galicia), 2014.

IBISATE, A.; OLLERO, A. Y DÍAZ, E. Influence of catchment processes on fluvial morphology and river habitats. *Limnetica*, 2011; nº 30 (2), p. 169-182.

- IVES, C.D. y KENDAL, D. The role of social values in the management of ecological systems. *Journal of Environmental Management*, 2014, n° 144, p. 67-72.
- KARR, J.R. Defining and measuring river health. *Freshwater Biology*, 1999, n° 41, p. 221-234.
- KONDOLF, G.M. y PIÉGAY, H. *Tools in Fluvial Geomorphology*. Chichester: Wiley, 2003.
- KONDOLF, G.M. Five elements for effective evaluation of stream restoration. *Restoration Ecology*, 1995, n° 3 (2), p. 133-136.
- KONDOLF, G.M. Setting Goals in River Restoration: When and Where Can the River “Heal Itself”? In Simon, A.; Bennett, S.J. y Castro J.M. *Stream restoration in dynamic fluvial systems. Scientific approaches, analyses, and tools*. USA: American Geophysical Union, 2011, p. 29-43.
- KONDOLF, G.M.; ANDERSON, S.; LAVE, R.; PAGANO, L.; MERENLENDER, A. y BERNHARDT, E.S. Two decades of river restoration in California: what can we learn? *Restoration Ecology*, 2007, n° 15 (3), p. 516-523.
- KONDOLF, G.M.; PIÉGAY, H. y SEAR, D. Integrating geomorphological tools in ecological and management studies. In: Kondolf, G.M. y Piégay, H. *Tools in Fluvial Geomorphology*. Chichester: Wiley, 2003, p. 633-660.
- KRISTENSEN, E.A.; KRONVANG, B.; WIBERG-LARSEN, P.; THODSEN, H.; NIELSEN, C.; AMOR, E.; FRIBERG, E.; PEDERSEN, M.L. y BAATTRUP-PEDERSEN, A. 10 years after the largest river restoration project in Northern Europe: Hydromorphological changes on multiple scales in River Skjern. *Ecological Engineering*, 2013, n° 66, p. 141-149.
- KRONVANG, B.; SVENDSEN, L.M.; BROOKES, A.; FISHER, K.; MOLLER, B.; OTTOSEN, O.; NEWSON, M.D. y SEAR, D.A. Restoration of the rivers Brede, Cole and Skerne: a joint Danish and British EU-LIFE demonstration project. 3: Channel morphology, hydrodynamics and transport of sediment and nutrients. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 1998, n° 8, p. 209-222.
- LANE, S.N. The dynamics of dynamic river channels. *Geography*, 1995, n° 80 (2), p. 147-162.
- LEDOUX, C.B. y WILKERSON, E. Assessing the ecological benefits and opportunity costs of alternative stream management zone widths for eastern hardwoods. In: Deal, R.L. *Integrated restoration of forested ecosystems to achieve multiresource benefits: proceedings of the 2007 national silviculture workshop*. PNW-GTR-733. Porland: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station, 2008, p. 193-209.
- LEE, J.S. y JULIEN, P.Y. Downstream hydraulic geometry of alluvial channels. *Journal of Hydraulic Engineering*, 2006, n° 132 (12), p. 1.347-1.352.
- LEOPOLD, L.B. *A view of the river*. Harvard: Harvard University Press, 1994.
- LOIS, R.C. y PAÛL-CARRIL, V. *Turismo fluvial e da natureza. Un elemento revitalizador dos espazos rurais e do interior*. Lugo: Deputación de Lugo, 2011.
- LÓPEZ-BERMÚDEZ, F.; RUBIO RECIO, J.M. y CUADRAT, J.M. *Geografía Física*. Madrid: Cátedra, 1992.

- LORD, M.L.; GERMANOSKI, D. y ALLMENDINGER, N.E. Fluvial geomorphology: Monitoring stream systems in response to a changing environment. In: Young, R. y Norby, L. *Geological Monitoring*. The Geological Society of America, 2009, p. 69-103.
- MAGDALENO, F. *Manual de técnicas de restauración fluvial*. Madrid: Monografías M100, CEDEX, 2008.
- MALAVOI, J.R.; BRAVARD, J.P.; PIÉGAY, H.; HÉROIN, E. y RAMEZ, P. *Determination de l'espace de liberté des cours d'eau*. Lyon: SDAGE Rhône-Méditerranée-Corse, Guide Technique nº 2, 1998.
- MARTÍN VIDE, J.P. *Ingeniería de ríos*. Barcelona: Edicions UPC, 2006.
- MARTINEZ-ALIER, J.; MUNDA, G. y O'NEILL, J. Weak comparability of values as a foundation for ecological economics. *Ecological Economics*, 1998, nº 26, p. 277-286.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment) *Ecosystems and human well-being: synthesis*. Island Press, Washington DC, 2005.
- MERCURO, N. *Ecology, law and economics: the simple analytics of natural resource and environmental economics*. University Press of America, 1997.
- MONTGOMERY, D.R. y BUFFINGTON, J.M. Channel processes, classification, and response. In: Naiman, R. J. y Bilby, R. E *River Ecology and Management. Lessons from the Pacific Coastal Ecoregion*. New York: Springer, 1998, p. 13-42.
- MORANDI, B. *La restauration des cours d'eau en France et à l'étranger: de la définition du concept à l'évaluation de l'action. Eléments de recherche applicables*. Thèse de Doctorat, Université de Lyon, 2 vols, 2014.
- MORANDI, B.; PIÉGAY, H.; LAMOUREUX, N. y VAUDOR, L. How is success or failure in river restoration projects evaluated? Feedback from French restoration projects. *Journal of Environmental Management*, 2014, nº 137, p. 178-188.
- MUMBY, P.J.; CHOLLETT, I.; BOZEC, Y.M. y WOLFF, N.H. Ecological resilience, robustness and vulnerability: how do these concepts benefit ecosystem management? *Environmental Sustainability*, 2014, nº 7, p. 22-27.
- MUNNÉ, A.; PRAT, N., SOLÀ, C., BONADA, N. y RIERADEVALL, M. A simple field method for assessing the ecological quality of riparian habitats in rivers and streams: QBR index. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2003, nº 13, p. 147-163.
- MUNNÉ, A., SOLÀ, C. y PAGÉS, J. *HIDRI: protocolo para la valoración de la calidad hidromorfológica de los ríos*. Barcelona: Agència Catalana de l'Aigua, 2006.
- NEWSON, M. Geomorphological concepts and tools for sustainable river ecosystem management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 2002, nº 12 (4), p. 365-379.
- NEWSON, M.D. y LARGE, A.R.G. 'Natural' rivers, 'hydromorphological quality' and river restoration: a challenging new agenda for applied fluvial geomorphology. *Earth Surface Processes and Landforms*, 2006, nº 31, p. 1.606-1.624.

NEWSON, M.D.; CLARK, M.J.; SEAR, D.A. y BROOKES, A. The geomorphological basis for classifying rivers. *Aquatic Conservation. Marine and Freshwater Ecosystems*, 1998, nº 8, p. 415-430.

NIJLAND, H.J. y CALS, M.J.R. *River Restoration in Europe: practical approaches – proceedings of the conference on river restoration*. Wageningen, The Netherlands, 2000. Lelystad: Institute for Inland Water Management and Waste Water Treatment / RIZA report 2001.023, 2001.

NORRIS, R.H. y THOMS, M.C. What is river health? *Freshwater Biology*, 1999, nº, p. 41, 197-209.

OLLERO, A. y ELSO, J. The need for a “fluvial territory” or “room for the river”: living with floods by acceptance of their functions. In: Baker, C., Van Eijk, P. *Sustainable flood management: obstacles, challenges and solutions*. Maastricht: Interreg IIIC Network FLAPP, 2007, p. 59-63.

OLLERO, A. y SÁNCHEZ FABRE, M. Función, problemática y restauración de ríos y riberas. *Revista de Andorra*, 2007, nº 7, p. 61-83.

OLLERO, A. *Territorio fluvial. Diagnóstico y propuesta para la gestión ambiental y de riesgos en el Ebro y los cursos bajos de sus afluentes*. Bilbao: Bakeaz, 2007.

OLLERO, A. IBISATE, A.; HORACIO, J.; FERRER I BOIX, C.; MARTÍN-VIDE, J.P.; ACÍN, V.; BALLARÍN, D.; DÍAZ-BEA, E.; GRANADO, D.; MORA, D. y SÁNCHEZ-FABRE, M. Indicadores geomorfológicos para el seguimiento de la restauración fluvial. En: VV.AA. *I Congreso Ibérico de Restauración Fluvial*. León, I Congreso Nacional de Restaurarios, 2011b, p. 346-355.

OLLERO, A.; BALLARÍN, D. y MORA, D. *Aplicación del índice hidrogeomorfológico IHG en la cuenca del Ebro. Guía metodológica*. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino: Confederación Hidrográfica del Ebro, 2009.

OLLERO, A.; IBISATE, A.; ACÍN, V.; BALLARÍN, D.; BESNE, P.; DÍAZ, E.; FERRER-BOIX, C.; GRANADO, D.; HERRERO, X.; HORACIO, J.; MARTÍN VIDE, J.P.; MESANZA, A.; MORA, D. y SÁNCHEZ, I. Geomorfología y restauración fluvial: seguimiento del derribo de presas en Gipuzkoa. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 2014, nº 40 (1), p. 67-88.

OLLERO, A.; IBISATE, A.; ACÍN, V.; GRANADO, D. y HORACIO, J. Innovación y libertad fluvial. VII Congreso Ibérico sobre Gestión y Planificación del Agua. *Ríos Ibéricos +10. Mirando al futuro tras 10 años de DMA*. Talavera de la Reina, 2011a, pp. 1-15.

OLLERO, A.; IBISATE, A.; GONZALO, L.E.; ACÍN, V.; BALLARÍN, D.; DÍAZ, E.; DOMENECH, S.; GIMENO, M.; GRANADO, D.; HORACIO, J.; MORA, D. y SÁNCHEZ, M. The IHG index for hydromorphological quality assessment of rivers and streams: updated version. *Limnetica*, 2011c, nº 30 (2), p. 255-262.

OSTERKAMP, W.R. y SCHUMM, S.A. Geoindicators for river and river-valley monitoring. In: Berger, A.R. y Iams, W.J. *Geoindicators: assessing rapid environmental changes in Earth Sciences*. Amsterdam: Balkema, 1996, pp. 97-116.

OTT, W.R. *Environmental indices: theory and practice*. Ann Arbor Science Publishers, 1978.

- PALMER, M.A.; ALLAN, J.D.; MEYER, J. y BERNHARDT, E.S. River restoration in the twenty-first century: data and experiential knowledge to inform future efforts. *Restoration Ecology*, 2007, nº 15 (3), p. 472-481.
- PAOLA, C.; FOUFOULA-GEORGIU, E.; DIETRICH, W.; HONDZO, M.; MOHRIG, D.; PARKER, G.; POWER, M.; RODRIGUEZ-ITURBE, I.; VOLLER, V. y WILCOCK, P. Toward a unified science of the Earth's surface: opportunities for synthesis among hydrology, geomorphology, geochemistry, and ecology. *Water Resources Research*, 2006, nº 42 (3), 6 p.
- PARDO, I.; ÁLVAREZ, M.; CASAS, J.; MORENO, J. L.; VIVAS, S.; BONADA, N.; ALBA-TERCEDOR, J.; JIMÉNEZ-CUÉLLAR, P.; MOYÁ, G. y PRAT, N. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnética*, 2002, nº 21 (3-4), p. 115-133.
- PARSONS, M.; THOMS, M.; CAPON, T.; CAPON, S. y REID, M. *Resilience and thresholds in river ecosystems*. Canberra: National Water Commission, 2009.
- PEARCE, D.W. y TURNER, R.K. *Economics of natural resources and the environment*. London: Harvester Wheatsheaf, 1990.
- PÉREZ-ALBERTI, A.; GOMES, A.; TRENHAILE, A.; OLIVEIRA, M. y HORACIO, J. Correlating river terrace remnants using an Equotip hardness tester: An example from the Miño River, northwestern Iberian Peninsula. *Geomorphology*, 2013, nº 191, p. 59-70.
- PÉREZ-CHACÓN, E. Ciencia del paisaje y planes de ordenación territorial. *II Congreso de Ciencia del Paisaje. Monografías de l'Equip*, 1995, nº 6, p. 31-58.
- POFF, N.L.; ALLAN, J.D.; BAIN, M.B.; KARR, J.R.; PRESTEGAARD, K.L.; RICHTER, B.D.; SPARKS, R.E. y STROMBERG, J.C. The natural flow regime. *BioScience*, 1997, nº 47 (11), p. 769-784.
- POFF, N.L.; ALLAN, J.D.; PALMER, M.A.; HART, D.D.; RICHTER, B.D.; ARTHINGTON, A.H.; ROGERS, K.H.; MEYER, J.L. y STANFORD, J.A. River flows and water wars: emerging science for environmental decision making. *Front Ecol Environ*, 2003, nº 1 (6), p. 298-306.
- RAPPORT, D.J. What constitutes ecosystem health? *Perspectives in Biology and Medicine*, 1989, nº 33, p. 120-132.
- RAPPORT, D.J.; COSTANZA, R. y McMICHAEL, A.J. Assessing ecosystem health: challenges at the interface of social, natural, and health sciences. *Trends in Ecology and Evolution*, 1998, nº 13, p. 397-402.
- RICE, S.P.; LANCASTER, J. y KEMP, P. Experimentation at the interface of fluvial geomorphology, stream ecology and hydraulic engineering and the development of an effective, interdisciplinary river science. *Earth Surface Processes and Landforms*, 2010, nº 35, p. 64-77.
- RUÍZ-VILLANUEVA, V.; PEÑUELA, E.; OLLERO, A.; DÍEZ-HERRERO, A.; GUTIÉRREZ, I.; CAETANO, D.; PERUCHA, M.A.; PIÉGAY, H.; STOFFEL, M. Perception of in-stream wood related to floods in Mountain Rivers in the Iberian Peninsula. *Third International Conference on Wood in World Rivers*, University of Padova, Italy, 2015.

SABATER, S. y ELOSEGUI, A. *River conservation. Challenges and opportunities*. Fundación BBVA, 2013.

SCHUMM, S. A. *The fluvial system*. New York: John Wiley & Sons Ltd., 1977.

SCHUMM, S.A. y LICHTY, R.W. Time, space and causality in geomorphology. *American Journal of Science*, 1965, nº 263, p. 110-119.

SIMON, A.; BENNETT, S.J. y CASTRO J.M. *Stream Restoration in Dynamic Fluvial Systems: Scientific Approaches, Analysis, and Tools*. American Geophysical Union, vol. 194, 2013.

SNCZI *Guía Metodológica para el desarrollo del Sistema Nacional de Cartografía de Zonas Inundables*. Madrid: Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, 2011.

SOAR, J.P. y THORN, C.R. *Channel restoration design for meandering rivers*. ERDC/CHL Report CR-01-1, United States Army Corps of Engineer Research and Development Center, 2001.

STANDISH, R.J.; HOBBS, R.J.; MAYFIELD, M.M.; BESTELMEYER, B.T.; SUDING, K.N.; BATTAGLIA, L.L.; EVINER, V.; HAWKES, C.V.; TEMPERTON, V.M.; CRAMER, V.A.; HARRIS, J.A.; FUNK, J.L. y THOMAS, P.A. Resilience in ecology: Abstraction, distraction, or where the action is? *Biological Conservation*, 2014, nº 177, p. 43-51.

SUÁREZ-ALONSO, M.A. y VIDAL-ABARCA, M.R. Ecosistemas ríos y riberas: conocer más para gestionar mejor. *Ambienta: La revista del Ministerio de Medio Ambiente*, 2012, nº 98, p. 134-142.

TOCKNER, K. Linking pattern and process along river corridors. In: Petts, G. y Kennedy, B. *Emerging concepts for integrating human and environmental water needs in river basin management*. London: U.S. Army Engineer European Research Office Research and Development Centre, 2003, p. 14-20.

TRICART, J. Phénomènes demesurés et régime permanent dans des bassins montagnards. *Revue de Géomorphologie Dynamique*, 1974, nº 23, p. 99-114.

URBAN, M.A. y DANIELS, M. Introduction: Exploring the links between geomorphology and ecology. *Geomorphology*, 2006, nº 77, p. 203-206.

VIDAL-ABARCA, M.R.; SUÁREZ-ALONSO, M.L.; SANTOS-MARTÍN, F.; MARTÍN-LÓPEZ, B.; BENAYAS, J. y MONTES, C. Understanding complex links between fluvial ecosystems and social indicators in Spain: An ecosystem services approach. *Ecological Complexity*, 2014, nº 20, p. 1-10.

VIEIRA, C.; SÉNECA, A.; FERREIRA, M.T. y SÉRGIO, C. The use of bryophytes for fluvial assessment of mountain streams in Portugal. In: Boon, P.J. y Raven, P.J. *River conservation and management*. Chichester: Wiley-Blackwell, 2012, p. 143-157.

WERRITY, A. Short-term changes in channel stability. In: Thorne, C.R.; Hey, R.D. y Newson, M.D. *Applied fluvial geomorphology for river engineering and management*. Chichester: Wiley, 1997, p. 47-65.

WHEATON, J.M.; GIBBINS, C.; WAINWRIGHT, J.; LARSEN, L. y McELROY, B. Preface: Multiscale Feedbacks in Ecogeomorphology. *Geomorphology*, 2011, nº 126, p. 265-268.

WOHL, E.E.; ANGERMEIER, P.; BLEDSOE, B.; KONDOLF, G.; MACDONNELL, L.; MERRITT, D.; PALMER, M.; POFF, N. y TARBOTON, D. River restoration. *Water Resources Research*, 2005, nº 41, n/an/a

WOLMAN, M.G. y GERSON, R. Relative scales of time and effectiveness in watershed geomorphology. *Earth Surface Processes and Landforms*, 1978, nº 3, p. 189-208.

WOLMAN, M.G. y MILLER, J.P. Magnitude and frequency of forces in geomorphic processes. *Journal of Geology*, 1960, nº 68, p. 54-74.

WUNDER, S. The efficiency of payments for environmental services in tropical conservation. *Conservation Biology*, 2007, nº 21 (1), p. 48-58.

WUNDER, S.; WERTZ-KANOUNNIKOF, S. y MORENO-SÁNCHEZ, R. Pago por servicios ambientales: una nueva forma de conservar la biodiversidad. *Gaceta ecológica*, 2007, nº 84-85, p. 39-52.

© Copyright Jesús Horacio, 2015

© Copyright *Biblio 3W*, 2015.

Ficha bibliográfica:

HORACIO, Jesús. Reflexiones y enfoques en la conservación y restauración de ríos: georrestauración y pensamiento fluvial. *Biblio 3W. Revista Bibliográfica de Geografía y Ciencias Sociales*. [En línea]. Barcelona: Universidad de Barcelona, 25 de diciembre de 2015, Vol. XX, nº 1.142. <<http://www.ub.es/geocrit/b3w-1142.pdf>>. [ISSN 1138-9796].