

Los corredores fluviales de elevada calidad hidromorfológica proporcionan importantes funciones ecosistémicas y garantizan aquellos flujos de servicios ecosistémicos que juegan un papel clave para el bienestar de la población humana a largo plazo (García y Pargement 2014). Sin embargo, la mayoría de los ríos están altamente modificados o se están siendo degradados a un ritmo cada vez mayor (Comiti 2012, Fryirs 2017) debido también a los fines crematísticos del sistema económico imperante (Felber, 2019).

### **Corredores fluviales amenazados: una sinopsis del problema**

La huella del desarrollo económico en los corredores fluviales, ya sea por la excesiva ocupación y fragmentación del territorio o por la creciente emisión de contaminantes y la preocupante acumulación de tóxicos y desechos supera, a menudo, la resiliencia de los ecosistemas, limitando en gran medida las posibilidades de su manejo y restauración (Habersack y Piégay 2008, Gurnell et al. 2015, Brierley y Fryirs 2016). La economía neoclásica no parece ser indicada para abordar los desafíos de sostenibilidad asociados con la gestión de los corredores fluviales. Desde esta perspectiva disciplinaria, la degradación de las características funcionales del corredor fluvial se concibe como un efecto externo negativo y el estrecho abanico de soluciones de mitigación previstas, basadas esencialmente en los mecanismos del mercado, en su mayoría no eliminan las causas profundas de la degradación. En este contexto, los tomadores de decisiones no consideran debidamente el ritmo de los ciclos hidrológicos, biogeoquímicos y ecológicos y sus numerosos mecanismos de retroalimentación y fenómenos emergentes. Las perturbaciones debidas a peligros naturales (por ejemplo, inundaciones extremas) a menudo se consideran como eventos imprevisibles, en lugar de tratarlos por lo que son, o sea como impulsores integrales de cambio de los paisajes fluviales y usar esta noción para aumentar la capacidad de adaptación. Los límites disciplinarios de la ciencia de la ingeniería, a menudo, impiden lograr transformaciones beneficiosas a largo plazo dentro del corredor fluvial (es decir, su restauración y rehabilitación). De hecho, se siguen fomentando los proyectos de infraestructura gris como panacea para los problemas a resolver, no-obstante las múltiples deficiencias asociadas con tales opciones. Las defensas estructurales contra las inundaciones están diseñadas para proteger lugares expuestos considerando un cierto tiempo de retorno del evento de inundación. Para inundaciones que excedan este límite o que se manifiesten de forma inesperada, el daño causado puede ser muy relevante. Al excederse el tiempo de retorno, la eficacia de mitigación del sistema diseñado disminuye

abruptamente con consecuencias potencialmente catastróficas para el entorno construido. Las fallas estructurales debido a la disminución de la confiabilidad de los componentes del sistema estructural, las brechas de conocimiento y las incertidumbres relacionadas con los posibles espectros de comportamiento de los procesos involucrados y las interacciones imprevistas con los elementos estructurales del sistema de protección pueden exacerbar la exposición al peligro de inundación. Ejemplos de infraestructura de protección gris son muros de contención, enrocados y obras transversales de estabilización del lecho del río. Durante el ciclo de vida de tales obras, hay que inyectar recursos públicos para mantener y restablecer sus elementos estructurales sin mejorar sustancialmente su eficacia respecto al evento de diseño considerado inicialmente.

Desde una perspectiva ecológica, la infraestructura gris puede ser perjudicial ya que limita lateral y verticalmente la dinámica del río. Los hábitats están desacoplados, reducidos y fragmentados de manera casi irreversible y la conectividad con los depósitos aluviales está interrumpida.

Los proyectos de estas obras podrían no haber considerado adecuadamente estas implicancias y, por otro lado, haber sobreestimado los beneficios económicos potenciales asociados a la ocupación del territorio y las inversiones inmobiliarias asociadas. En este contexto, vale la pena reflexionar sobre potenciales ciclos viciosos que involucran: (i) reducción del riesgo con estrategias potencialmente defectuosas, (ii) ocupación del territorio en los corredores fluviales considerado “seguro” pero en realidad expuesto a dinámicas de inundación no consideradas previamente, (iii) adquisición de nuevos conocimientos que señalan los riesgos asociados a estas dinámicas, (iv) diseño e implementación de nuevas obras de defensa, (v) relleno urbano en lugares disponibles expuestos a riesgos de inundación aún no mitigados, (vi) exacerbación general de las posibles consecuencias de las inundaciones asociadas con fallas estructurales. Por supuesto, son posibles muchas variantes de tales espirales de riesgo vicioso.

De hecho, la exposición a los riesgos de inundación aumentó constantemente durante las últimas décadas (Mazorana et al. 2014). Más que nunca, se necesita una gestión eficaz de los corredores fluviales para evitar mayores pérdidas. “Estar preparados para lo inesperado” se convierte en un gran desafío para los tomadores de decisiones que se enfrentan a complejos problemas de mitigación del riesgo de inundación en los corredores fluviales altamente urbanizados. La mitigación del riesgo de inundación se ve reducida debido a no haber preservado la capacidad de amortiguación de los picos de las

inundaciones que los corredores fluviales proveían (Merz et al. 2010).

Considerando una arena social y política más amplia, la gestión del corredor fluvial puede verse obstaculizada en muchas etapas. Puede ser impedida significativamente por configuraciones legales desfavorables. En Chile, por ejemplo, los derechos de agua son tratados como una mercancía, y el estado subsidiario no fomentó adecuadamente prácticas de gestión en los corredores fluviales que busquen un equilibrio razonable entre conservación y desarrollo.

Reconociendo las numerosas dimensiones (físicas, biológicas, ecológicas, económicas y sociales) de los corredores fluviales, es necesario gestionar su complejidad, en lugar de eliminar la complejidad del sistema (Connick e Innes 2003).

Consideraremos la cooperación intersectorial, la participación de los varios actores y la coherencia entre la visión y las actividades humanas como elementos esenciales dentro de un marco más amplio de gestión adaptativa colaborativa (Sadoff et al. 2002).

Finalmente, abogamos por priorizar la participación pública en todos los procesos de gestión del corredor fluvial. De hecho, conceptualizamos al corredor fluvial como un sistema social, ecológico y tecnológico (SETS) acoplado. Mejorar su resiliencia puede implicar su transformación que implica cambios en la intersección de los subsistemas sociales, ecológicos y tecnológicos.

Señalamos que manejar los corredores fluviales desde una perspectiva de gestión adaptativa es como navegar un barco en mar abierto, pero antes de zarpar tenemos que asegurar la navegabilidad absoluta del barco considerando con precaución todos los factores que potencialmente afectan la navegación. Considerando esta metáfora, hace una gran diferencia si consideramos explícitamente los límites biofísicos al crecimiento económico y la justicia social primero y solo luego perseguimos la eficiencia económica como un fin importante pero subordinado.

### **Hacia una gestión más holística de los corredores fluviales: un esbozo teórico**

Los científicos coinciden en que los corredores fluviales en plena funcionalidad desempeñan

un papel fundamental en la preservación de las funciones ecosistémicas vitales y en la provisión de bienes y servicios esenciales del ecosistema a los humanos. Su contribución a la resiliencia general a escala planetaria se reconoce cada vez más. A su vez, los corredores fluviales altamente degradados pueden afectar negativamente el funcionamiento de los SETS adyacentes al alterar cualitativamente y cuantitativamente los flujos de agua, sedimentos, nutrientes y contaminantes a través de los límites de su sistema abierto. La biodiversidad, tanto dentro como fuera de los corredores de los ríos, puede disminuir a tasas crecientes debido a la evolución degenerativa de los ríos.

Por estas razones interrelacionadas, nos abstenemos categóricamente de la ortodoxia económica (es decir, el neoliberalismo) y, en cambio, apoyamos nuestro enfoque de gestión en principios éticos y ecológicos sólidos que se consideran imprescindibles para contribuir a preservar la salud de los corredores fluviales. En particular, derivamos nuestros principios fundantes de los paradigmas de la economía ecológica (Daly y Farley, 2010), la economía a escala humana (Max-Neef et al., 1989) y para economía para el bien común (Felber, 2010).

Dado que el funcionamiento general de los corredores fluviales contribuye indiscutiblemente a la resiliencia y, en consecuencia, al bienestar humano a largo plazo, argumentamos que las iniciativas de proyectos que ejercen un impacto en su funcionalidad deben evaluarse cuidadosamente para que la dinámica del río siga desarrollándose lejos de umbrales internos y externos. Más allá de estos puntos de inflexión, los sistemas afectados pueden pasar fácilmente a estados alternativos considerados indeseables desde una perspectiva de resiliencia general. Antes de descartar esta perspectiva radical como demasiado restrictiva y, por lo tanto, como un inhibidor potencial del ingenio humano y la iniciativa económica, el lector debería tomar en cuenta que la expansión continua del subsistema económico sin considerar los límites biofísicos del ecosistema contenedor (la biosfera) está acompañada por dis-utilidades crecientes y por la disminución de la reversibilidad de la trayectoria evolutiva (es decir, mala adaptación). En este contexto crítico, también afirmamos que la innovación debe redirigirse hacia la satisfacción de las necesidades humanas fundamentales.

Sostenemos que los actores involucrados en el manejo de los corredores fluviales no deben dejar de ver la prosperidad con moderación. Por el contrario, deben ser guiados por la precaución y la humildad a la luz de las incertidumbres epistémicas y aleatorias relacionadas con la capacidad de recuperación general del sistema fluvial frente a los

eventos perturbadores. A este respecto, el grado de idealidad de gestión podría verse como la maximización de la relación de los beneficios resultantes frente a los costos derivados y los daños producidos. Sin embargo, la idealidad depende crucialmente de lo que se considera el bien público que vale la pena promover por todos los medios y qué resultados se consideran perjudiciales. Reiteramos, a este respecto, que la gestión de los corredores fluviales debe esforzarse por alcanzar el bien común (Felber, 2019) identificando así los satisfactores más convenientes para el conjunto de necesidades humanas identificadas por Max-Neef (1989) y Max-Neef y Smith (2014) al adherirse a sus cinco postulados y un principio de valor fundamental que se establece, en adelante, en toda su extensión:

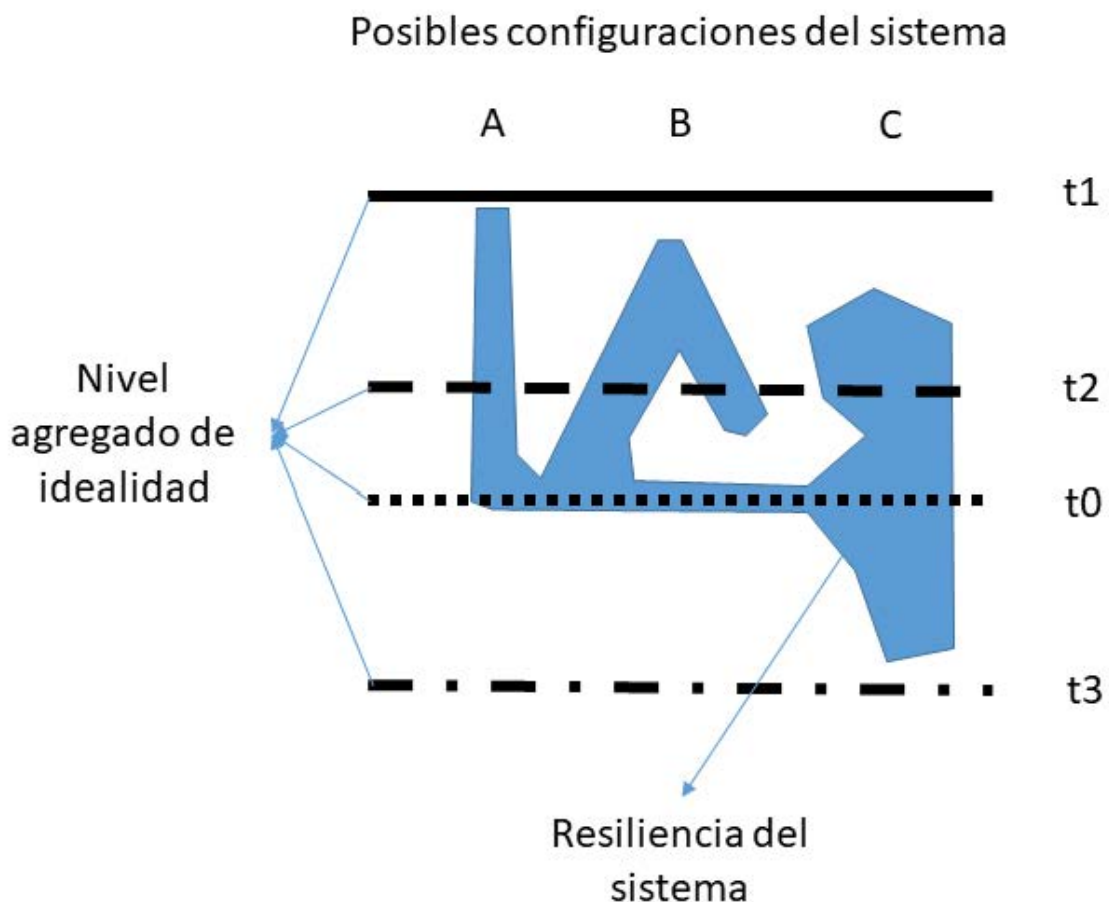
- (i) La economía es para servir a las personas y no a las personas para servir a la economía.
- (ii) El desarrollo se trata de personas y no de objetos.
- (iii) El crecimiento no es lo mismo que el desarrollo, y el desarrollo no necesariamente requiere crecimiento.
- (iv) Ninguna economía es posible en ausencia de servicios ecosistémicos.
- (v) La economía es un subsistema de un sistema finito más grande, la biosfera, por lo tanto, el crecimiento permanente es imposible.

Principio de valor: Ningún interés económico, bajo ninguna circunstancia, puede estar por encima de la reverencia de la vida.

Congruentemente, el horizonte de planificación de la gestión del corredor fluvial debe extenderse lo suficiente hacia el futuro como para imaginar el conjunto de atributos del futuro corredor fluvial y las opciones de configuración del sistema relacionadas que pueden garantizar los más altos grados de justicia distributiva e intergeneracional. En este contexto dinámico, es aconsejable controlar el proceso de gestión en curso para reaccionar con flexibilidad cuando los elementos de sorpresa puedan dar lugar a trayectorias evolutivas adversas.

Bajo el hechizo de la magia de las fuerzas del mercado o guiados por intereses creados, los

niveles agregados de la idealidad del sistema deseado podrían cambiar drásticamente en el tiempo (compare cuatro horizontes temporales distintos,  $t_0$  a  $t_3$ , que se muestran con distintos guiones). Imagine que, a pesar de la gestión, el corredor fluvial cambia a las configuraciones del sistema A o B. Estas configuraciones del sistema son incompatibles con el nivel agregado de la idealidad del sistema deseada en  $t_3$ . En este momento posterior, el espectro de resiliencia extendido de la configuración del sistema C habría proporcionado beneficios adaptativos cruciales (es decir, servicios de los ecosistemas) que, en cambio, quedan excluidos de las evoluciones asociadas a decisiones de gestión menos previsibles (A y B). En este ejemplo, priorizar la resiliencia general (adoptar la configuración del sistema C) puede tener un costo (o sacrificio estratégico) a corto plazo asociado a no alcanzar completamente los niveles agregados de idealidad del sistema en  $t_1$  y  $t_3$  (ver image).



*Noción dinámica de idealidad del sistema y resiliencia correspondiente a distintas configuraciones sistémicas. (Elaboration propria).*

Un elemento clave de una estrategia sostenible de gestión de corredores fluviales es la creación de un espacio para la intensificación de la participación pública que debería permear continuamente los procesos de planificación y toma de decisiones (Carr, 2015). Pero, ¿cómo se puede lograr un objetivo tan ambicioso en la gestión de los corredores fluviales? Como lo señalaron Mazzorana et al. (2017), considerados por separado, ni la calidad de los procesos de planificación ni la intensidad de la participación pública aseguran intervenciones sostenibles dentro del corredor fluvial, como lo atestigua claramente la síntesis de los esfuerzos de restauración de los ríos de EE. UU. presentados por Bernhardt et al. (2005). Con respecto a la calidad del proceso de planificación y toma de decisiones, este análisis destaca que el 20% de los proyectos ejecutados no tenían metas especificadas y que en muchos casos la información disponible sobre planificación y diseño no permitió discernir si los proyectos se proponían una real rehabilitación del corredor fluvial o si apuntaban solamente a estabilizar el cauce. Mazzorana et al. (2014) llegaron a conclusiones similares analizando proyectos implementados durante el siglo pasado para rehabilitar segmentos de ríos de montaña en los Alpes europeos. Para evitar esta frecuente discrasia entre los efectos predichos (en fase de planificación) y observados (una vez implementado el proyecto), Rinaldi et al. (2015) propusieron un marco metodológico para la evaluación hidromorfológica, su análisis y seguimiento (IDRAIM). El marco incluye las siguientes cuatro fases: (1) caracterización del sistema fluvial en toda la cuenca; (2) reconstrucción de la trayectoria evolutiva y evaluación de las condiciones actuales del río; (3) descripción de las tendencias futuras de la evolución del cauce; y (4) identificación de opciones de gestión. El marco proporciona una consideración específica del contexto temporal, en términos de reconstrucción de la trayectoria de la evolución pasada del canal como base para interpretar las condiciones actuales del río y las tendencias futuras. Rinaldi et al. (2015) han desarrollado herramientas específicas para la evaluación de las condiciones del río, en términos de su calidad y dinámica morfológica. Estas son: el Índice de Calidad Morfológica (MQI), el Índice de Dinámica Morfológica (MDI), la Clasificación de dinámica de eventos (EDC) y la identificación de los corredores fluviales morfodinámicos (MC y EMC).

El monitoreo de los parámetros e indicadores morfológicos, junto con la evaluación de escenarios futuros son actividades cruciales para identificar, planificar y priorizar acciones concretas de mejora morfológica y de mitigación de riesgos.

Si bien la aplicación de esta metodología facilita la detección de las discrasias anteriormente mencionadas y la evaluación y el monitoreo de las medidas tomadas, hay que asegurar la congruencia entre las decisiones surgentes del proceso participativo y los mecanismos de ajuste hidro-morfológico del río. Por esta razón es esencial que en la construcción de la visión evolutiva del corredor fluvial y en el proceso de planificación subsiguiente participen profesionales de varias disciplinas en un esfuerzo transdisciplinario.

### **Reconocer cuando urge una destrucción creativa para facilitar el cambio institucional y social**

Con respecto a las limitaciones, el panorama legislativo puede ser complejo con requisitos múltiples, a veces competitivos. Por ejemplo, las medidas legislativas a menudo requieren una evaluación escrupulosa de la condición biofísica del río y las clasificaciones hidromorfológicas asociadas (por ejemplo, Fryirs y Brierley, 2016). En términos ideales, las directivas emitidas pueden prever la protección de todos los cuerpos de agua estableciendo los paradigmas de “no más deterioro” y “buen estado ecológico” en términos de características físico-químicas, bióticas e hidromorfológicas. Otras directivas pueden requerir mapas confiables del riesgo de inundación, planes de gestión del riesgo de inundación y estrategias y medidas eficaces de mitigación y adaptación del riesgo de inundación. Aún otros requisitos legislativos pueden centrarse en una disponibilidad suficiente de agua de buena calidad para las necesidades de las personas, la economía y el medio ambiente.

Sin embargo, el panorama legislativo de muchos países es, aunque en diferentes grados, incompatible con la gestión de corredores fluviales inspirada en el principio de valor y los postulados mencionados anteriormente (Max-Neef y Smith, 2014). La mercantilización legalmente avalada y subsidiada de los recursos hídricos, los derechos absolutos de propiedad privada dentro del corredor fluvial y la opinión de que los recursos naturales tienen que servir, casi exclusivamente, al sector privado a menudo constituyen obstáculos para el logro del bien común a través de la gestión del corredor fluvial. En estas situaciones, se necesita activismo a múltiples niveles para cambiar el marco legal desde sus cimientos (es decir, modificar los principios establecidos en las constituciones y, en cascada, en los códigos del agua y en los marcos legales de la planificación territorial).

### **Conclusiones**



¿Cómo lograr una mejor síntesis entre lo que la sociedad desea, lo que es sostenible, y lo que cumple con los patrones de evolución natural de los ríos y sus corredores fluviales? Expresamos explícitamente que la gestión de los corredores fluviales debería perseguir el bien común identificando los satisfactores para el conjunto de necesidades humanas identificadas por Max-Neef. Adherimos a sus cinco postulados y su principio de valor fundamental. En este contexto, destacamos que un proceso participativo de toma de decisiones es un requisito esencial pero no suficiente. Hay que lograr que las decisiones tomadas y las medidas de gestión se condigan con los patrones naturales de evolución hidromorfológica de los ríos y sus corredores fluviales. Para esto, antes de identificar las opciones de gestión, es necesario (1) caracterizar del sistema fluvial en toda la cuenca; (2) reconstruir la trayectoria evolutiva y evaluación de las condiciones actuales del río; (3) anticipar las tendencias futuras de la evolución del cauce. El marco metodológico IDRAIM proporciona herramientas específicas para estas tareas.

Lamentablemente, en muchos países el panorama legislativo es, aunque en diferentes grados, incompatible con los esfuerzos de gestión sostenible de los corredores fluviales. En estas situaciones urge reconocer la necesidad de una destrucción creativa para facilitar el cambio institucional y social.

## Referencias

Bernhardt, E. S., and M.A. Palmer. (2011), "River restoration: the fuzzy logic of repairing reaches to reverse catchment scale degradation", in *Ecological Applications*, vol. 21, pp. 1926-1931.

Brierley, G.J. and Fryirs, K.A. (2016), "The use of evolutionary trajectories to guide 'moving targets' in the management of river futures", in *River Research and Applications*, vol. 32, pp. 823-835.

Carr, G. (2015), "Stakeholder and public participation in river basin management-an introduction", in *WIREs Water*, vol. 2, pp. 393-405.

Comiti, F. (2012), "How natural are Alpine mountain rivers? Evidence from the Italian Alps", in *Earth Surface Processes and Landforms*, vol. 37, no. 7, pp. 693-707.

Connick, S., and J.E. Innes. (2003), "Outcomes of collaborative water policy making: applying complexity thinking to evaluation", in *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 46, pp. 177-197.

Daly, H., Farley, J. (2010), *Ecological Economics: Principles and Applications*.

Fryirs, K.A. (2017), "River sensitivity: A lost foundation concept in fluvial geomorphology", in *Earth Surface Processes and Landforms*, State of Science Series. vol. 42, pp. 55-70.

Felber, C. (2010), "Die Gemeinwohlökonomie – Das Wirtschaftsmodell der Zukunft." 160 p. Zsolnay Press.

Felber, C. (2019), *This is not economy: Aufruf zur Revolution der Wirtschaftswissenschaft*. 304 p. Zsolnay Press.

Garcia, X. and D. Pargament. (2015), "Rehabilitating rivers and enhancing ecosystem services in a water-scarcity context: the Yarqon River", in *International Journal of Water Resources Development*, vol. 31, no. 1, pp. 73-87.

Gurnell, A.M., Rinaldi, M., González Del Tánago, M., Belletti, B., Bizzi, S., Blamauer, B., Braca, G. et al. (2015), "A multi-scale hierarchical framework for developing understanding of river behaviour", in *Aquatic Sciences*, vol. 78, no. 1, pp. 1-16.

Habersack, H., and H. Piégay. (2008), "River restoration in the Alps and their surrounding: past experience and future challenges." in: Habersack, H., Piégay, H., Rinaldi, M. (Eds.). (2008), "Gravel-Bed Rivers VI: From Process Understanding to River Restoration Developments in Earth Surface Processes" 11, 703-737.

Max-Neef, M., Hevia, A., Hopenhayn, M. (1989), "Human scale development: An option for the future", in *Development Dialogue*, vol. 1, pp. 7-80.

Max-Neef, M., Smith, P.B. (2014), *La economía desenmascarada: del poder y la codicia a la compasión y el bien común*, 224 p. Icaria Press, Barcelona.

Mazzorana, B., Trenkwalder-Platzer, H., Fuchs, S., Hübl, J. (2014), "The susceptibility of consolidation check dams as a key factor for maintenance planning", in *Österreichische Wasser- und Abfallwirtschaft*, vol. 66, pp. 214-216.

Mazzorana, B., Nardini, A., Comiti, F., Vignoli, G., Cook, E., Ulloa, H., Iroumé, A. (2017), "Toward participatory decision-making in river corridor management: two case studies from the European Alps", in *Journal of Environmental Planning and Management*, vol. 61, no. 7, pp. 1250- 1270.

Merz, B., Kreibich, H., Schwarze, R., Thieken, A. (2010), "Review article "Assessment of economic flood damage", in *Natural Hazards and Earth System Sciences*, vol. 10, pp. 1697-1724. doi:10.5194/nhess-10-1697-2010.

Rinaldi, M., Surian, N., Comiti, F., Bussettini, M. (2015), "A methodological framework for hydromorphological assessment, analysis and monitoring (IDRAIM) aimed at promoting integrated river management", in *Geomorphology*, vol. 251, pp. 122-136.

Sadoff, C. W., and D. Grey. (2002), "Beyond the river: Benefits of cooperation on international rivers", in *Water Policy*, vol. 4, pp. 389-403.

*Head Image: Río Chacabuco, tributario del Río Baker, Región de Aysén, Chile.*