

EL ESPACIO FLUVIAL: COMPARACIÓN DEL MARCO LEGAL-ADMINISTRATIVO DE CHILE, BRASIL, MÉXICO, ESPAÑA E ITALIA Y CRITERIOS PARA DEFINIR CORREDORES FLUVIALES

THE FLUVIAL SPACE: COMPARISON OF THE LEGAL-ADMINISTRATIVE FRAMEWORKS OF CHILE, BRAZIL, MÉXICO, SPAIN AND ITALY AND CRITERIA TO DEFINE FLUVIAL CORRIDORS

Nardini, Andrea¹; Meier, Claudio²; Gomes Miguez, Marcelo³

Resumen:

Aumentan en el mundo los problemas asociados al mal manejo de los ríos, en particular los eventos de inundación, los fenómenos de dinámica fluvial (erosión de riberas, degradación de cauces, destrucción de obras), así como la pérdida de importantes servicios ambientales. Uno de los factores clave es la reducción progresiva del espacio fluvial. En el proyecto UE SERELAREFA de cooperación con Latino América (www.serelarefa.com) se ha investigado la legislación que rige a los corredores fluviales en los países socios, descubriendo profundas falencias conceptuales y prácticas que, en definitiva, llevan los ríos a perder cada vez más espacio, incrementando su "rigidez". Se identifican los aspectos críticos y se propone un marco de apoyo para ir definiendo el *espacio fluvial socialmente deseable*. Para ello es clave la integración de aportes de conocimiento desde la hidrología, la geomorfología fluvial, y la ecología; sin embargo, es fundamental reconocer que estos sólo son insumos a integrar dentro de un complejo proceso decisional-participativo, adaptativo, que abarque las dimensiones ambientales, socio-culturales y económicas, y que lleve a la sociedad a escoger la configuración que le quiere asignar a sus ríos en función de objetivos claros e inevitablemente conflictivos. Se espera que este artículo estimule iniciativas innovadoras.

Palabras clave: restauración de ríos; espacio fluvial; corredores fluviales; marco legislativo-administrativo; Latino América; proceso decisional; SERELAREFA.

Abstract:

The problems associated with river management are increasing worldwide, particularly flood events, phenomena associated with fluvial dynamics (banks erosion, channel degradation, collapse of works), as well as the loss of important environmental services. One of the key factors is the progressive impairment of the fluvial space. Within the UE SERELAREFA cooperation project with Latin America (www.serelarefa.com), we researched the legislation on river corridors for the member countries, revealing deep conceptual and practical weaknesses which, eventually, cause rivers to progressively loose more space and increase their "rigidity". Here we resume the critical aspects and propose a framework to support the definition of a *socially desirable fluvial space*. Knowledge inputs from hydrology, fluvial geomorphology, and ecology are key to this aim; nevertheless, we point out that these are just inputs to be inserted into a fundamental, although quite complex, participatory, adaptive decision process, which has to involve the environmental, socio-cultural and economic dimensions, and which should guide society towards choosing the setting that it wants to assign to its rivers according to clear but inevitably conflictive objectives. We hope that this paper stimulates innovative initiatives for defining fluvial corridors.

Keywords: river restoration; fluvial space; fluvial corridors; legislative-administrative framework; Latin America; decision making process; SERELAREFA.

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto SERELAREFA (SEmillas RED Latino Americana de Recuperación Ecosistemas Fluviales y Acuáticos; www.serelarefa.com), co-financiado por la Comisión Europea, programa IRSES Marie Curie 2009, ha permitido conducir una serie de actividades entre los distintos socios (la Universidad de Concepción y la Dirección de Obras Hidráulicas del Ministerio de Obras Públicas en Chile; la Universidad de Guadalajara en México; la Universidad Federal

de Rio de Janeiro, Brasil; la Universidad Politécnica de Madrid en España; y el CIRF en Italia), dirigidas a promover el enfoque de la Recuperación Fluvial (River Restoration, www.ecrr.org) en Latino América y la creación de un núcleo de red de intercambio cultural-científico.

Entre las actividades llevadas a cabo, se acordó que sería muy útil analizar cómo las legislaciones de los distintos países apoyan la noción que los

1 CIRF - Italian Centre for River Restoration, Viale Garibaldi, 44/a - 30173 Mestre (Venice) - Italy.
Tel.(+39) 339 7023057; web: www.cirf.org ; e-mail: a.nardini@cirf.org

2 Profesor asociado, Dept. of Civil Engineering, University of Memphis, 104 Eng. Sci. Bldg., Memphis, TN 38152 - EEUU
Tel.(+1) 901 297 8855; e-mail: cimeier@memphis.edu

3 Profesor asociado, Programa de Engenharia Urbana, Universidade Federal do Rio de Janeiro - Brasil
Tel.(+55) 21-39387833; web: www.peu.poli.ufrj.br/; e-mail: marcelomiguez@poli.ufrj.br

ríos necesitan de un (amplio) espacio. Para ello se estableció un marco común de análisis, con una serie de preguntas clave, y luego cada socio analizó la situación en su país. Como resultado, se publicó un informe extenso, disponible en la página web del proyecto (sección Bibliografía, Marco legislativo, Nardini et al., 2014). El presente artículo pretende brindar una síntesis del trabajo desarrollado y sus principales conclusiones. Incluye también conceptos e indicaciones sobre cómo proceder en un contexto espacial complejo (múltiples regiones, o países; múltiples actores conflictivos) para ir definiendo corredores fluviales, instrumentos que sean capaces de asegurar el debido espacio para los ríos. El fin es dar impulso a acciones de política nacional e internacional para reconocer la exigencia de mantener (o devolverle) a los ríos un espacio decididamente más amplio del que les hemos ido dejando en el tiempo.

2. EVIDENCIAS NEGATIVAS EN EL MANEJO DE RÍOS

La pérdida de espacio fluvial, debido a la acción antrópica, y el valor expuesto a inundaciones han aumentado de manera asombrosa en todo el mundo, particularmente en el último siglo (Figura 1). Esto se acompaña de una *artificialización* creciente, con “adecuaciones” del cauce, “limpiezas” de sedimentos y vegetación, dragados, rectificaciones, “corrección” de pendientes, diques, muros o terraplenes longitudinales, gaviones, diques o guarda-radiers transversales; desviadores, represas, etc.



Figura 1.- La expansión urbanística descontrolada en el corredor fluvial del río Sesmarias (estado de Rio de Janeiro, Brasil) ha conducido a un Espacio Fluvial Actual (el estrecho corredor delimitado por los edificios en derecha hidráulica y el estacionamiento en la izquierda) claramente inferior al Espacio Fluvial Natural (la planicie aluvial íntegra, antes de la urbanización), pero también inferior al Espacio Fluvial Administrativo (un corredor de al menos 15 m en cada ribera (4)). Son evidentes los procesos morfo-dinámicos activos (erosión ribera izquierda).

A menudo es menos evidente el conjunto de consecuencias ligado a este tipo de manejo, porque éstas se manifiestan a veces con un significativo desfase temporal, ocurren en sitios que pueden estar muy alejados del origen o son consideradas consecuencia de fenómenos naturales. Un efecto típico ligado a la alteración del transporte sólido –debido a las represas y a la extracción de áridos desde los cauces– es la incisión progresiva, a menudo acompañada por un estrechamiento –y pérdida ulterior de espacio– según un proceso que ve en la vegetación de ribera un factor importante (ej. Rinaldi et al., 2009; Nardini and Pavan, 2012b). Por otro lado, la incisión implica un cambio de dinámica morfológica, la des-estabilización de obras civiles (ej. de Figura 2), y también una profundización de la napa freática, con cambios en la vegetación terrestre, potencial intrusión de la cuña salina, y problemas asociados para el abastecimiento hídrico desde pozos, entre otros.

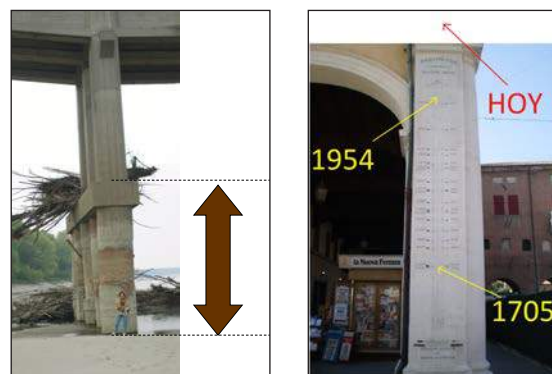


Figura 2.- (a) Evidencia de degradación del cauce debajo de un puente: la flecha indica el desnivel debido a la incisión. (b) El “padimetro” (medidor de los máximos niveles de inundación ocurridos en el río Po, principal “arquitecto” de la *llanura padana*) en la ciudad de Ferrara, al inicio del delta del Po: los niveles alcanzados por las peores inundaciones siguen creciendo y hoy ya superan la histórica columna!

Quizás más asombrosas aún son las consecuencias de las obras dirigidas al control de inundaciones y dinámica fluvial (*riesgo hidro-morfológico*). El caso del río Po en Italia es emblemático: progresivamente, todo su curso ha sido “protegido” por diques o terraplenes longitudinales con la idea de reducir las inundaciones; pero las inundaciones siguen ocurriendo y con niveles cada vez más altos aguas abajo (Figura 2b). La razón principal no es el cambio climático (que sin embargo también colabora), sino la misma pérdida del espacio de la planicie fluvial, sobre la cual las aguas del río antes podían desbordar libremente: ese volumen hoy se concentra en el cauce, causando niveles cada vez más altos aguas abajo. Al mismo tiempo, la planicie –que ha dejado de recibir el natural aporte de sedimento durante las inundaciones– sufre de subsidencia (acelerada por la explotación de gas natural y acuíferos).

4 Ley Nº 4478 del 17 Diciembre 17, 2008 “Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e territorial de Resende”, Art 71.

La política de manejo fluvial en todo el mundo sigue centrada en permitir la explotación antrópica de la planicie fluvial, confinando el cauce dentro un espacio fijo y muy limitado, “poniendo en seguridad” el territorio. Pero esta política, en los hechos, paradójicamente ha conducido a **incrementar el riesgo** por la simple razón que en las zonas antes inundables (de alta amenaza), gracias a las intervenciones y a la supuesta “seguridad adquirida”, hoy en día se ha construido (mucho) más, aumentando así el valor expuesto (más que la disminución de la amenaza) y con ello por tanto el riesgo; por otro lado el cambio climático hace más probable eventos de todos modos posibles y superiores al de diseño (Figura 3). Cabe recordar, además, que las obras fallan más de lo esperado como lo enseña una larga lista de catástrofes antiguas y recientes.

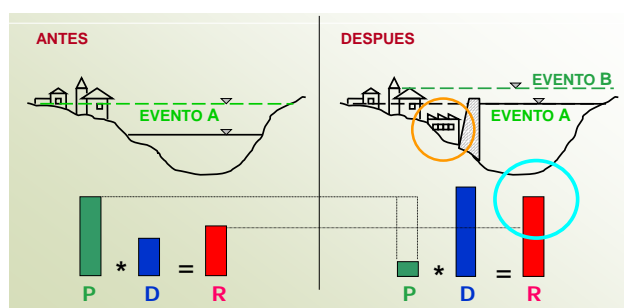


Figura 3.- “La paradoja de poner en seguridad”. Una ciudad sufre de inundaciones al ocurrir el evento A (“antes”), por esta razón implementa la solución “terraplén” (o dique) que la protege frente a un hipotético evento de igual magnitud (“después”). Al considerarse que la zona se “puso en seguridad”, se modifica el Plan de Ordenamiento Territorial (POT) y se permite construir; aparecen nuevos edificios industriales y/o residenciales (círculo amarillo) que aumentan el valor expuesto. El problema es que el riesgo (R) es sustancialmente el producto de la probabilidad (P) de ocurrencia del evento de inundación (o amenaza) por el daño potencial (D) (o valor expuesto vulnerable).

En la situación “después”, la probabilidad del evento B que logra inundar es más baja que la del evento A que desencadenó la construcción de los terraplenes, pero el valor expuesto es mucho más alto, sobretudo en el largo plazo, dando como resultado que el riesgo aumente (círculo azul). Debe notarse que el evento B, superior al evento A de “diseño del terraplén”, siempre puede darse, siendo cada vez más probable con el cambio climático. La paradoja es entonces que la política de “poner en seguridad”, dirigida a combatir el riesgo, finalmente es la principal responsable de su incremento, como ha ocurrido y ocurre en todo el mundo.

Por último, pero no menos importante, está el hecho que cualquier obra, desde su implementación, implica costos de operación, mantenimiento y remplazo periódico ... **para siempre**: estos costos

van sumándose y cargándose en los hombros de las futuras generaciones ⁽⁵⁾. Cabe notar que a menudo las obras fallan justamente porque nadie se hizo realmente cargo de sostener tal costo, consumiendo hasta el colapso el capital “obras en buen estado”.

3. EL ESPACIO FLUVIAL

Con esta evidencia, y considerando todos los procesos y los servicios ambientales ligados a un río en buen estado (IUCN, 2004; TEEB, 2010), surge espontáneamente la necesidad de delimitar y preservar un (amplio) espacio alrededor de los ríos. Pero no es fácil establecer cuál deba ser. La investigación desarrollada por el grupo SERELAREFA identifica varios espacios:

- El *Espacio Fluvial Natural (EFN)*: el espacio donde ocurre la mayoría del transporte de agua y sedimentos; incluye aquel que es inundado periódicamente cada pocos años o en crecidas de gran magnitud; y el espacio donde el cauce se puede mover según su estilo fluvial (Brierley and Fryirs, 2005); y aquel donde ocurre la mayoría de los intercambios de agua, sólidos, nutrientes, energía y organismos vivos. Se trata de un espacio idealizado porque hoy “natural” es un término ambiguo y quizás ese espacio ya no sea ni siquiera socialmente deseable, pero es una referencia conceptual importante.
- El *Espacio Fluvial Actual Potencial (EFAP)*: es el espacio que las obras y el cambio de uso del suelo han dejado potencialmente al río actual. Generalmente es una porción (restringida) del espacio fluvial natural (ver el recuadro 1). EFAP en principio no es sólo el puro cauce, sino también lo que podría ocupar (porque lo hizo en el pasado) a menos que no se lo impidan de alguna forma las obras, infraestructuras,... o el uso del suelo diferente del “fluvial”. A menudo no está formalizado, y muchas veces se reduce de hecho al puro cauce porque el territorio aledaño es ocupado por algún uso (agrícola-ganadero, minero, urbano, etc.), más o menos legalizado. Es fundamental porque en muchas situaciones partes de ese espacio aún podrían ser designadas “río” (en el ordenamiento territorial), pero si se sigue ignorando que son de su pertenencia...se van a perder. El EFN es en principio análogo, pero

5 Frans et al. (2004) han evaluado alternativas de configuración del sistema de protección de los Países Bajos, a nivel nacional, justamente considerando entre otros aspectos los costos totales, llegando a la conclusión que si se pudiera decidir hoy si construir terraplenes o no, sin duda se escogería no hacerlos. Nardini y Pavan (2012a) han comparado en detalle alternativas de configuración morfológica y de obras de defensa/explotación para un tramo de 80 km en el río Chiese (tributario del río Po, Italia) con un enfoque económico, descubriendo que renunciar a un poco de “seguridad” conviene económicamente y puede ser socialmente deseable.

sin impedimentos y con morfología e hidrología no alteradas (y por tanto zonas erosionables e inundables diferentes);

- El *Espacio Fluvial Estatal-Administrativo (EFEA)*: es el conjunto de zonas relacionadas al río, además del cauce en sí, que pertenecen al Estado o al menos están sujetas a algún tipo de reglamentación de uso para preservar la dinámica fluvial y/o elementos ambientales de interés y/o los usos antrópicos asociados.
- El *Espacio Fluvial Deseable (EFD)*: es aquella porción del territorio que la sociedad, plenamente informada y consciente, quisiera reservarle al río balanceando ventajas y desventajas, en un amplio contexto espacial y temporal.

Esta visión reconoce que no hay una solución única, porque hay que enfrentar un problema de toma de decisiones de carácter multi-objetivo, impregnado por un dilema temporal: “¿generar riqueza hoy, utilizando más espacio fluvial natural, y descargando los costos de mantenimiento y remplazo sobre el futuro (ni siquiera tan lejano), o renunciar a algo hoy, para no sobre-cargar el futuro?” Se trata entonces de buscar un verdadero compromiso.

Recuadro 1 – Definiendo el *Espacio Fluvial Actual Potencial (EFAP)*

Para definir el EFAP, se podría conceptualmente partir del Espacio Fluvial Natural (EFN) para luego modificarlo (típicamente eliminando porciones de territorio), de acuerdo a las presiones antrópicas existentes. Sin embargo, este procedimiento es poco factible en la práctica porque es muy difícil definir el EFN y también conceptualmente porque el río actual podría haber cambiado de estilo fluvial, tal vez sin alcanzar aún un nuevo equilibrio (en la escala temporal de manejo, o ingenieril, es decir, algunas decenas de años). Entonces, en la práctica, se empieza del cauce actual, se le agrega el espacio ocupado alguna vez en el pasado (en la escala de tiempo gestional, del orden de 50-100 años); se caracteriza el actual régimen hidrológico (típicamente modificado por embalses y a menudo afectado por *hydropeaking*, es decir variaciones alternadas, súbitas y frecuentes provocadas por maniobras en obras hidráulicas para fines típicamente de generación hidroeléctrica) y la respuesta hidráulica, identificando así las zonas inundables (para distintos períodos de retorno T_R) que se integran en el EFAP (sacando la envolvente), junto a otros elementos de tipo ambiental; finalmente, se reduce según las obras o infraestructuras presentes que impiden la divagación y el actual uso del suelo que típicamente se ha apropiado de varios predios. Para determinarlo, se necesitan los siguientes elementos:

1. **Espacio de movilidad** (según la guía de Malavoi et al., 1998): es el espacio que puede verse afectado por procesos dinámicos geomorfológicos. Para este fin, pueden servir varios elementos informativos que pueden obtenerse desde fotografías aéreas, imágenes satelitales, documentos históricos, entrevistas, análisis de escritorio y levantamientos de campo:
 - *Espacio Fluvial Histórico*: la envolvente del espacio ocupado en tiempos anteriores (a la escala temporal de manejo). Éste puede determinarse a partir del cauce actual (cauce a riberas llenas o *bankfull channel*) y de aquellos ocupados en el pasado reciente (a la escala de tiempo gestional), así como por evidencias morfológicas de procesos fluviales anteriores (ej.: meandros abandonados; formas en el corredor, como terrazas, o en la planicie aluvial, como orillares –topografía *ridge & swales*-, cubetas de decantación, etc.); evidencias vegetacionales (es decir donde hay o quedan signos de vegetación herbácea, arbustiva o arbórea típica del ambiente fluvial); evidencias sedimentológicas (como por ej. bancos de sedimentos no consolidados o en cambio rasgos de formas esculpidas en el sustrato rocoso).
 - *Configuración del sistema de obras*, es decir, el conjunto de obras de protección o control (terraplenes, defensas longitudinales, espigones, diques transversales, canalizaciones...) y de explotación (diques de derivación, represas, dragados...) que pueden modificar (impedir) la evolución planimétrica y el comportamiento hidrológico-hidráulico: esta información conduce a eliminar porciones de espacio que serían del río pero ya no pueden.
 - *El espacio afectado por la evolución predecible* (en el corto-mediano plazo): dirección y tasa de migración de meandros, o de erosión de riberas; procesos de incisión/agradación; balance de sedimentos dependiendo de los aportes; etc. Este espacio se le agrega a lo que queda determinado en el paso anterior.
 - *El uso y destino de uso actual*, que típicamente separa zonas que serían del río y las consagra a otros usos (urbanizaciones, infraestructuras, agricultura).
 - **Zonas inundables**: la superficie inundada por crecidas suficientemente frecuentes, es decir, aquel caudal que ocurre en promedio una vez cada pocos años. Este sea quizás el criterio más cuestionable porque el cauce se mueve en el tiempo –modificando así las zonas inundables; la hidrología es en general poco conocida; los grandes embalses pueden modificarla significativamente; las características hidráulicas pueden haber cambiado (rugosidad, intervenciones y obras

hidráulicas, etc.); y por otro lado no se puede establecer un límite superior científicamente definido (debe ser superior al caudal a riberas llenas, el cual muchas veces ya es bien diferente del clásico caudal con período de retorno 2 años; pero ¿hasta cuánto: 10, 50, 100 años?), menos aún considerando que el cambio climático puede estar alterando significativamente las estadísticas.

2. **Zonas de interés ambiental (paisajístico-ecológico y cultural):** el conjunto de anexos hidráulicos (zonas húmedas, caños derivados, bosques acuáticos, etc.) que sustentan importantes funciones ecológicas (refugio, reproducción; transformación de compuestos químicos; sombrío, etc.) para especies animales y vegetales; permiten el disfrute y el esparcimiento humano (paseo, pesca, canoa, acampamento...); incluyen, por ej., elementos interesantes de arquitectura industrial (antiguos molinos o centrales hidroeléctricas, diques de protección históricos); o mantienen el sentido de identidad y de apropiación territorial de etnias ligadas al ambiente acuático, como lo son a menudo las poblaciones indígenas.

4. ANÁLISIS DE LA LEGISLACIÓN DE LOS PAÍSES CONSIDERADOS

4.1. Estructura del análisis desarrollado

La legislación y realidad administrativa de Chile, México, Brasil (estos dos últimos con referencia a algunos estados en particular), España e Italia ha sido analizada con un esquema de interrogantes resumidas a continuación:

1. En la legislación actual: ¿cómo se define el Espacio Fluvial Estatal-Administrativo? ¿Qué dificultades existen para su aplicación real?
2. ¿Incorpora conceptos de dinámica fluvial? ¿Qué sucede cuando el río se mueve? ¿Cómo se maneja la extracción de áridos?
3. El manejo del riesgo hidro-morfológico ¿cómo influye en la definición del espacio fluvial? ¿Se requiere una visión de sistemas para entender el comportamiento en crecidas?
4. El marco legal ¿soporta la idea de mantener un sistema fluvial sostenible en términos de sus caracteres y funciones, incluyendo la conservación de la naturaleza y biodiversidad? ¿Cuán cercano es el espacio administrativo al espacio natural? ¿Requiere explícitamente un enfoque inter-disciplinario para definir su espacio?
5. ¿Qué herramientas ofrece para re-conquistar espacio perdido (aunque sea sin cambiar la propiedad de la tierra)? ¿Y cómo se maneja la deliberación del público y los eventuales conflictos de uso?

4.2 Caracteres comunes y caracteres peculiares en los distintos Países

El análisis de la legislación en relación a estas interrogantes es complejo, por lo que no es posible describirlo debidamente en este artículo (se remite al informe original: ver Introducción); aquí sólo reportamos una síntesis con algunas aclaraciones. Encontramos que:

- No hay una definición clara del espacio fluvial como lo concebimos en la Introducción; las legislaciones se preocupan más bien de definir el espacio de propiedad del Estado y reglamentar el uso en una faja alrededor del cauce (ej. de Figura 5);

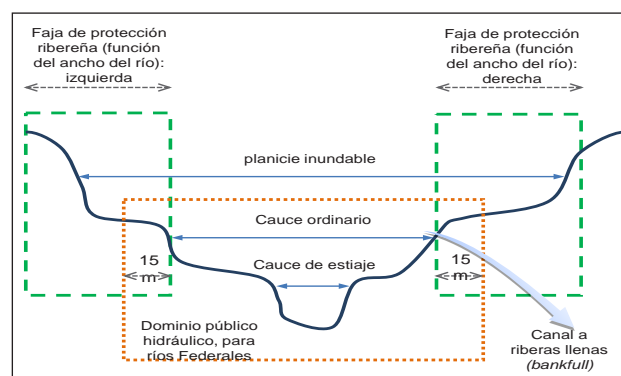


Figura 4.- Límites del área de protección permanente fluvial y Dominio Federal en Brasil (adaptado de Oliveira, 2011); vale sólo para los ríos definidos como "Federales". Esquemas parecidos valen para la mayoría de los demás países, aunque con diferencias significativas.

- La definición del espacio de propiedad del Estado está basada en el concepto de zona ocupada por las aguas en una crecida de magnitud dada (cercana a la de riberas llenas), con diferencias significativas entre países, y grandes incertidumbres de aplicación debido a las ambigüedades de definición y a la falta de series hidrológicas suficientemente largas y coherentes. El cambio climático agrega una dificultad ulterior cada vez más significativa y del todo ignorada;
- Ninguna legislación (a excepción de la Mexicana) considera explícitamente que este espacio puede ser modificado sensiblemente por la acción de (grandes) embalses que afecten los hidrogramas de crecida. Pero tampoco ésta reconoce que el espacio dependería entonces de la política específica de manejo multiobjetivo escogida para el embalse ⁽⁶⁾: si diera más peso a la protección de crecidas (aguas abajo), el cauce ordinario

6 Ver por ejemplo Nardini, Piccardi y Soncini-Sessa (1990) y, para profundizar con un enfoque muy estructurado, Soncini-Sessa R. Ed. (2007).

-y por tanto la superficie de propiedad del Estado-, como también la superficie inundable, se verían de hecho reducidos;

- Consideran en general el problema de movilidad de los ríos (dinámica fluvial) pero de forma muy miope o rígida, contemplando sólo algunos casos y excluyendo muchos otros (como en el caso italiano), o muy superficial. En general, los ríos –en la práctica de la aplicación administrativa- terminan perdiendo espacio, aunque legalmente en algunos casos podría haber un marco para preservarlo. Existe en general también la idea que el mapeo oficial del cauce se debe actualizar periódicamente; pero en la práctica este ejercicio –muy complicado y cuestionable, por lo visto- no se realiza y a veces ni siquiera está claro cuál institución debería hacerlo;
- La zonificación de zonas inundables influye en la definición del espacio reglamentado relacionado al río; pero sólo en Italia y España, gracias a la Directiva CE sobre inundaciones (Dir 2007/60/CE), entra a pleno título. Sin embargo, muchas son las debilidades, en particular en términos de no tener suficiente consideración de la dinámica geomorfológica y de la pérdida de la “visión de sistema”, cuando los límites identificados a través de simulaciones hidráulicas (basadas en modelos que supuestamente soportan tal visión) son re-discutidos y progresivamente modificados (“diluidos”) en el proceso de consulta con autoridades municipales locales que obviamente se oponen fuertemente a renunciar a porciones de espacio de su competencia; otro factor crítico, particularmente en Chile, es el de las compañías inmobiliarias que adquieren zonas de bajo valor (por ser de alta amenaza), las urbanizan, venden los predios y los inmuebles con amplias ganancias y luego exigen al Estado que realice obras de defensa;
- La red hídrica menor -que en términos de longitud es decididamente superior a la de los ríos principales- aunque teóricamente esté reglamentada por criterios análogos a la principal, en la práctica no goza de protección significativa, a menudo porque ni siquiera está mapeada en el catastro oficial como superficie, sino sólo como línea;
- Aunque todas las legislaciones analizadas contienen elementos para la protección de porciones del espacio fluvial, ninguna lo considera como una entidad integral merecedora de un manejo especial. Esto vale en rigor también para los países EU porque en los hechos hay distintas directivas que no es fácil integrar armónicamente y caen en evidentes contradicciones (por ej. la Directiva Marco para el Agua, que se preocupa también de preservar la dinámica fluvial, con la

Directiva Energías Renovables, que impulsa la construcción de represas que claramente la afectan);

- También la quimera del manejo de cuenca en buena medida permanece como tal, incluso en Italia y España, donde la complejidad de las actividades antrópicas establecidas desde siglos o milenios (en particular el riego) opone una pasiva, pero firme resistencia a cualquier cambio. Es un concepto realmente imposible de aplicar en Chile donde no hay ninguna autoridad asociada al territorio de cuencas, y la política de privatización de los recursos naturales resulta claramente en que poderosos intereses privados (forestales, mineros, hidro-eléctricos, agrícola-ganaderos) se opongan de todas maneras a cualquier injerencia estatal.

5. CRITERIOS PARA DEFINIR EL ESPACIO FLUVIAL DESEABLE: LOS CORREDORES



Figura 5.- Lo que parecía una linda planicie urbanizable, es en realidad el corredor propio del río que alguna vez vuelve a ocuparlo. Este “descuido” humano genera finalmente perjuicios y daños incontables. (Un río en zona alpina en Europa; foto sacada de Internet).

No obstante la presencia de leyes y de instituciones más o menos integradas y capaces, queda el hecho irrefutable que progresiva, pero inevitablemente, la rigidez impuesta a los ríos sigue creciendo a causa del desarrollo de infraestructuras (ya sean obras de defensa, de explotación, urbanizaciones, carreteras, etc.), y de la mano de esto, los ríos siguen perdiendo su espacio fluvial, pedazo a pedazo. Es absolutamente prioritario tomar medidas efectivas para conservar y devolver el debido espacio a los ríos, el cual es en general mucho más extenso que lo reconocido por la legislación y concedido por el actual uso del suelo. En coherencia con lo propuesto por otros (por ej. TNC, 2009), es oportuno pensar el espacio fluvial como un corredor que no sólo sea capaz de contener el agua durante eventos de crecidas, sino que también permita que ocurra la dinámica geomorfológica propia del río; esto se refiere no sólo

a la zona de planicie, sino también a las cabeceras donde se da gran parte de la generación de aportes sólidos y líquidos. En el fondo, definir y realizar un corredor fluvial a preservar es quizás la inversión más rentable económicamente, porque permite evitar la creación de riesgos futuros a los cuales estarán inevitablemente asociados daños, aunque claramente implica perder el beneficio de aprovechar un espacio hoy, en el corto plazo.

5.1 Elementos clave en la definición del Espacio Fluvial Deseable

A pesar de lo anterior, y contrario a lo que se podría pensar, definir el espacio fluvial socialmente deseable no puede ser un ejercicio basado puramente en conocimientos hidrológicos, geomorfológicos y ecológicos: Se deben incorporar las fundamentales dimensiones ambiental, social, cultural y económica involucradas. Esquemáticamente, podemos reconocer los siguientes puntos fijos:

- El espacio que buscamos es aquél que satisfaga a la sociedad actual y futura (sostenibilidad) de la mejor forma (según el juicio de la sociedad actual). En general no coincidirá con el Espacio Fluvial Natural, sino serían demasiados los casos en que no podríamos crear asentamientos, ni aprovechar recursos. Es entonces el espacio que mejor permite alcanzar objetivos claros que, inevitablemente, tienen un cierto grado de conflicto entre ellos. Este espacio fluvial deseable debe ser fruto de una elección social.
- Todos estos objetivos (el recuadro siguiente resume los principales) deben ser definidos de manera medible, aunque sea en escalas arbitrarias e incluyendo juicios de valor propios de la sociedad actual; muchos sin embargo pueden ser cuantificados objetivamente (y la mayoría hasta en términos monetarios - véase la Figura 6 y por ejemplo Beinart, 1995; Nardini, 1998; Nardini, 2004; Nardini y Pavan, 2012a). Sin una escala de medición, la ambigüedad reina soberana y no es posible monitorear progresos o involuciones.

Recuadro 2 - Objetivos típicos de un corredor fluvial

- R:** reducir el **Riesgo** hidro-morfológico (o incrementar la seguridad); esto incluye inundaciones y efectos ligados a la dinámica fluvial (erosión de riberas, avulsiones, incisión, sedimentación) y los deslizamientos/derrumbes asociados.
- N:** conservar y mejorar la **Naturaleza** (estado ecológico del río, trama ecológica, ecosistemas terrestres asociados; paisaje). Esto se refiere a un valor de no uso (existencia, legado, filantrópico) de ecosistemas en estado prísti-

no, y por tanto en buena salud. Sus componentes (en paréntesis) generan también servicios ambientales considerados en el siguiente objetivo S.

- C:** reducir los **Costos** de inversión y operación, mantenimiento y remplazo periódico (OMR). Generalmente no se declara como objetivo; pero lo es, y de hecho condiciona fuertemente todas las decisiones.
- S:** mantener y mejorar los **Servicios ambientales**; por ej.: abastecimiento hídrico; generación hidro-eléctrica; pesquería; navegación; disponibilidad de tierra para actividades residenciales y productivas; recreación-esparcimiento (pesca, canoa/rafting, balnearios); soporte a la identidad cultural; disposición de aguas residuales; recarga de acuíferos subterráneos; filtraje de nutrientes difusos; captura de CO₂, ...) ⁽⁷⁾. Se trata de beneficios brindados directa o indirectamente por el corredor fluvial a sujetos que residen allí, o en su cuenca, o en otro lugar (incluso en otro país), pero con algún nexo con éste (por ej., una ciudad en otra cuenca abastecida por nuestro río; o los habitantes de Italia afectados por eventos ligados al cambio climático, en alguna medida alimentados por la deforestación en Brasil) ⁽⁸⁾. Cabe destacar que operativamente, sobre todo al evaluar un proyecto específico, es a menudo más intuitivo y útil adoptar un objetivo complementario a minimizar, que podemos denominar como la **Molestia** o **Disturbio (D)** al contexto socio-económico-cultural actual (o planificado) y sus actividades; se trata simplemente de la pérdida de servicios existentes (S). Es útil porque en general es justamente esta pérdida que origina protestas y oposición pública y puede bloquear la implementación de nuevos proyectos y en general de cambios.
- E:** exportar (desde una subcuenca a su cuenca o región) el mínimo de **Externalidades** negativas: i) picos de crecida; ii) (exceso o déficit) de transporte sólido; iii) carga de contaminantes; iv) des-continuidad longitudinal; v) interrupción del soporte a la biodiversidad; etc. Una "externalidad" es de hecho una pérdida en alguno de los objetivos ya mencionados, en alguna parte fuera del ámbito espacial considerado explícitamente. Puede también ser positiva (un beneficio adicional – por ej. que una nueva

⁷ Es muy fácil caer en el error del "double counting" (contar dos veces el mismo beneficio en categorías diferentes); por ejemplo, el servicio de regulación hidrológica que permite reducir los daños de crecidas en esta lista ya está explicitado en el objetivo reducción del Riesgo.

⁸ Se puede notar que, de las 4 categorías de servicios ambientales (i-Provisión; ii- Regulación; iii-Cultural; iv-Soporte) introducidas por el ejercicio del Millennium Ecosystem Assessment (TEEB, 2010) aquí nos concentramos sólo en i, ii y iii, siendo la última la menos clara y más difícil de evaluar.

central hidroeléctrica reduzca las fluctuaciones por hydropeaking causadas por otra planta existente, ubicada aguas arriba), pero es un caso poco frecuente.

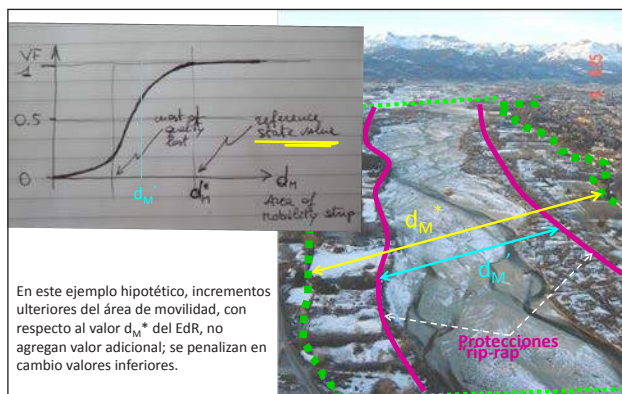


Figura 6.- Ejemplo de cómo incorporar el Estado de Referencia (EdR) en la *Función de Valor*, con un ejemplo para el caso del *espacio de movilidad lateral*, que es parte del sub-objetivo “salud geomorfológica” para el objetivo N (ver recuadro siguiente).

Recuadro 3 - “Salud geomorfológica”, componente del Objetivo N

Atributos clave que capturan la esencia del enfoque *River Styles* de caracterización fluvial (Brierley and Fryirs, 2005) y pueden más fácilmente ser predichos cuando se analice un nuevo proyecto: 1) *Continuidad lateral (espacio inundable)*; 2) *Movilidad lateral (espacio erosionable)*; 3) *tipología morfológica*; 4) *Formas fluviales típicas presentes en el corredor*; 5) *lo mismo en el cauce a riberas llenas*; 6) *Ancho del cauce a riberas llenas*; 7) *Profundidad del mismo*; 8) *Longitud del cauce a riberas llenas*; 9) *Ancho de la franja de vegetación ribereña*; 10) *Continuidad de la misma*. (Nota: naturalmente estos atributos se pueden refinar e integrar). Los pasos a aplicar son:

- Definir el *estado de referencia (EdR)*, de acuerdo al enfoque de la Directiva Marco para el Agua (Dir.2000/60/CE)
- Medir todos los *indicadores* en el EdR y en la situación a evaluar
- Definir una *escala* apta para cada indicador: cardinal (como para los indicadores 1,2,6,7,8,9), ordinal (como para 10 y posiblemente 4 y 5), o sólo nominal (como 3)
- Construir para cada atributo una *Función de Valor* **escalar** que incorpore los umbrales del EdR, como en el ejemplo en la Figura 6
- Utilizarlas para construir una *Función de Valor* **multi atributo**
- Aplicar un operador de *agregación* espacial y obtener una medida global para el tramo, segmento o cuerpo hídrico en su totalidad.

- Los objetivos están asociados a grupos sociales y la presencia de conflictividad hace imprescindible el desarrollo de procesos participativos de toma de decisiones, con miras a crear verdaderos Contratos de Ríos (una forma de acuerdo entre las partes, voluntario pero efectivo, luego de un proceso estructurado de información, concientización y diálogo; ha sido introducido con éxito en Francia desde hacen unos veinte años y se está difundiendo en otros países⁹). El primer paso para ello es obviamente lograr un convencimiento difuso sobre la necesidad de definir un corredor fluvial y de hacerlo de forma compartida y formalizada. Luego de una (compleja y demorada) fase de organización operativa, el primer producto clave es una *visión* de lo que se pretende obtener; obviamente, cada actor (y región, país) tendrá una visión diferente, pero es justamente muy importante dar espacio a estas diferencias y ponerle un esfuerzo suficiente para que se entienda a qué aspira realmente cada uno, dónde están las verdaderas diferencias y dónde se trata sólo de incomprensiones, intentando acercar los criterios y valores, y aclarar las razones de divergencia. Cabe destacar, que la herramienta principal para definir una “visión” es realmente la gráfica (Figura 7)

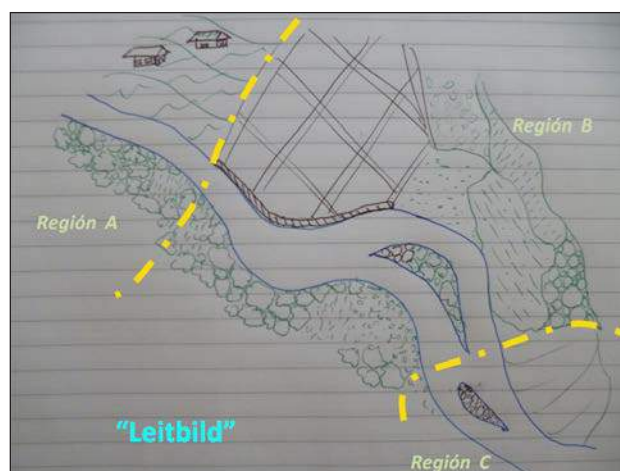


Figura 7.- Una posible visión (en alemán “Leitbild”, o sea la imagen o modelo ideal deseado) de un corredor fluvial para un tramo inter-regional, surgida de un proceso participativo.

- El caso de ríos grandes involucra típicamente varias regiones administrativas o incluso varios países (“transboundary management”)
- El corredor fluvial no es independiente de la sociedad y de su territorio. Aparecerán

⁹ Véase por ej. para Francia www.gesteau.eaufrance.eu ; para Bélgica [OJO: es wallonie, no wallonia!!!] http://environnement.wallonie.be/contrat_riviere; para Italia <http://nuke.a21fiumi.eu/Home/tabid/36/Default.aspx>.

inevitablemente iniciativas (“proyectos”) en parte dirigidas a re-constituir el mismo corredor (ej. los grandes proyectos de Restauración Fluvial, véase por ej. la base datos creada por el proyecto Europeo RESTORE en www.restorerivers.eu) y en gran parte dirigidas, al contrario, hacia el desarrollo en sí, que en general es bien contradictorio con la idea de corredor; basta pensar en la navegación fluvial (dragados, re-seccionamientos, obras de control de la dinámica fluvial), en la explotación hidro-eléctrica (represas, embalses, hydropeaking), carreteras (terraplenes, puentes, gabiones), asentamientos urbanos (secado de humedales, muros y diques de control de inundaciones, etc.). Es fundamental por tanto equiparse con una herramienta técnico-administrativa para poder planear estas intervenciones cada vez que surjan (por iniciativa pública o privada), y evaluar su coherencia y compatibilidad con los objetivos del corredor entero.

- No se puede pensar en el corredor fluvial como una entidad estática: por un lado, aunque se logre establecerlo en el papel “hoy” -a través de un ejercicio para nada simple- su implementación real llevará años sino decenios; por otro lado, tanto por los proyectos,

como por los eventos de la naturaleza (cambio climático, crecidas excepcionales, erupciones, terremotos,...) y por la evolución de los valores de la misma sociedad -que a futuro puede dar más importancia a aspectos hoy poco considerados- su definición misma sufrirá modificaciones. Por tanto, es necesario asumir que la definición del corredor es un proceso adaptativo, que aprende de sus dificultades y hasta de sus errores

- Los proyectos típicamente abarcan escalas muy diferentes, desde la puramente local (un asentamiento o una defensa fluvial), a la de tramo (una represa que impacta virtualmente todo el segmento de río aguas abajo) o de corredor entero (el cambio de uso de suelo en la cuenca; las iniciativas ligadas a contener el cambio climático). La herramienta de manejo del corredor debe abarcar esta multi-escalaridad.

En definitiva, la definición de un corredor fluvial debería ser tratada como un (complejo) problema decisional ambiental participativo, multi-escalar y adaptativo, donde la definición y medición de objetivos y la negociación basada en una evaluación multicriterio juegan un papel primario (Figura 8).

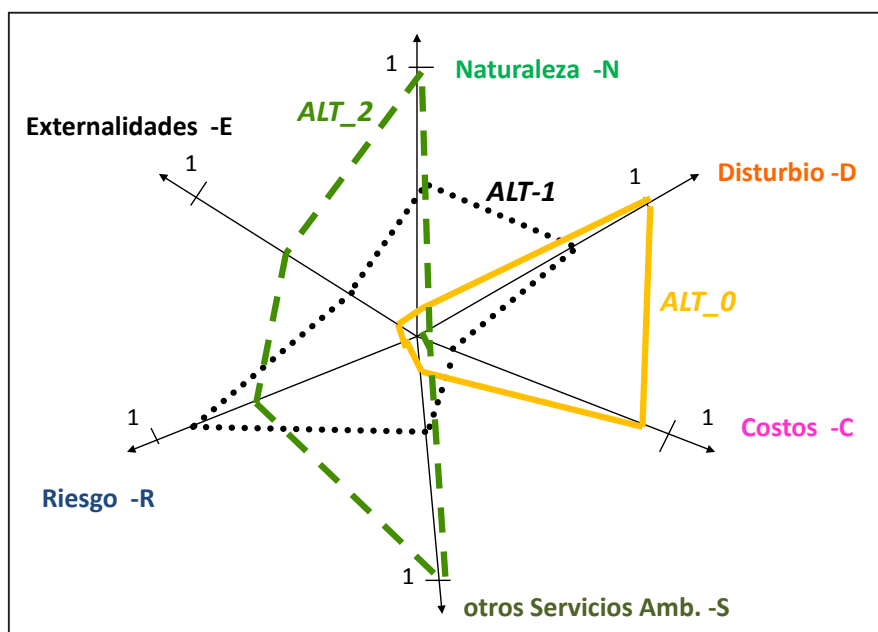


Figura 8.- La prestación de (tres) alternativas de configuración de un dado corredor fluvial (para un caso hipotético) en el espacio de los objetivos; por ejemplo, la “ALT_0” (continuar como la actualidad) provoca menores molestias y menores costos porque no implica cambios, pero se porta muy mal en términos de los demás objetivos. NOTA: todos los objetivos están orientados positivamente (tanto mejor, cuanto mayor) y normalizados (entre 0 y 1). Para que el discurso tenga sentido es necesario explicitar el sentido físico de las escalas y de los valores de los extremos (imposible aquí por razones de espacio).

particular: reconocer que a futuro los ríos necesitarán más espacio debido al cambio climático, pero también a una demanda creciente de “ambiente” por parte de la población; considerar la dinámica fluvial en la definición del espacio necesario; distinguir entre *Espacio Fluvial Natural (EFN)*, el *Espacio Fluvial Actual Potencial (EFAP)*, el *Espacio Fluvial Estatal-Administrativo (EFEA)*, el *Espacio Fluvial Deseable (EFD)*; medir los objetivos de manera verificable y apta para la decisión negocial y el monitoreo de los efectos; reconocer la naturaleza multiobjetivo y conflictiva del problema de planificación de los corredores fluviales; organizar un proceso de toma de decisiones, participativo, adaptativo y multi-escalar.

Estamos conscientes que su adopción es hoy un desafío y los horizontes temporales involucrados son largos. Sin embargo, se impone empezar con una dosis de pragmatismo y con las aproximaciones posibles. En particular, muchos países en Latino América simplemente no están preparados para organizar y conducir procesos decisionales participativos en gran escala (como se ha hecho por ej. en los Países Bajos –Janssen, 1992- o Alemania –Renn, 1995); la información necesaria para medir algunos objetivos puede no estar disponible; distintos sujetos, regiones o países pueden tener dificultad a adherir a un mismo esquema estructural de definición de los mismos objetivos; distintos actores difícilmente convergerán en tiempos aceptables a una misma visión coherente del río.....

Pero no empezar hoy a abordar este proceso significa dejar a las futuras generaciones la herencia de enormes problemas y de insanables conflictos.

AGRADECIMIENTO.

Este artículo se hizo posible gracias al trabajo desarrollado por el equipo SERELAREFA compuesto, además de los dos autores directos, por: Giacinto STRANIERO (IT), Giancarlo GUSMAROLI (IT); Ricardo Castro NUNES de OLIVEIRA (BR), Pablo del Arco (BR); Alejandra Cabrera Pacheco (CH), José Luis ARUMÍ (CH); Luis Manuel MARTINEZ (MX), Claudia Irene ORTIZ ARRONA (MX); Diego GARCÍA de JALÓN LASTRA (ES), Tony Herrera Grao (ES). Se agradece además el apoyo de la Comisión Europea que ha co-financiado el proyecto SERELAREFA (programa IRSES Marie Curie 2009; Grant 247522).

BIBLIOGRAFÍA

Beinat E. (1995), *Multiattribute value functions for environmental management* (Book n.103 of the Tinbergen Inst. Res. Series, Free University, Amsterdam).

Brierley, G.J. y Fryirs, K.A. (2005). *Geomorphology and river management. Applications of the river styles framework*. Blackwell Publishing, Carlton –Australia.

Frans, K., van Buuren, M., y van Rooij, S.A.M. (2004). “Flood-risk management strategies for uncertain future: living with Rhine river floods in the Netherlands”. *AMBIO*, Vol.33 (3): pp.141-147.

IUCN (2004). *Value. Consider ecosystems as a hydrological infrastructure*. International Union for the Conservation of Nature and Natural resources. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, UK (<http://waterandnature.org>).

Janssen, R. (1992). *Multiobjective Decision Support for Environmental Management*. Kluwer Academic Publishers.

Nardini A. (1998). “Improving decision making for land use management: key ideas for an integrated approach built on a MCA-based negotiation forum”, en *Multicriteria evaluation in land-use management: methodologies and case studies*, Eds. E. Beinat and P. Nijkamp, Kluwer Academic Press. ISBN-10: 0792351983

Nardini A. (2004) “A Systematic Approach to Build Evaluation Indices for Environmental Decision Making with Active Public Involvement “. *Rivista di Economia delle fonti di Energia e dell'Ambiente* , Anno XLVI – N.1-2/2003 , pp.189-215 . IEFÉ, Bocconi, Milano (in English)

Nardini A. and S. Pavan (2012a). “River restoration: not only for the sake of nature, but also for saving money while addressing flood risk. A decision making framework applied to the Chiese River (Po basin-Italy)”. *J. of Flood Risk Management*, Vol.5 (2012), pp.11-133. Blackwell Publishing (UK).

Nardini A. and S. Pavan (2012b). “What river morphology after restoration? The methodology VALURI”. *J. of River Basin Management*. Taylor & Francis (UK). Vol.10, n.1, pp.29-47.

Nardini A., Straniero G., Gusmaroli G., Miguez Gomez M., Nunes De Oliveira Castro R., Del Arco P., Meier C., Cabrera Pacheco A., Arumí J.L., Martinez L.M., Ortiz Arrona C.I., García De Jalón Lastra D., y Herrera Grao T. (2014). “The Fluvial Space: a comparison amongst Chile, Brazil, México, Spain and Italy, within the Project UE-FP7-IRSES-PEOPLE “SERELAREFA” (in English)”, product of the SERELAREFA project (available at: <http://www.serelarefa.com/> , section “Bibliografía/Marco legal”).

Malavoi J.R., Bravard J.P., Piegay H., Héroin E., Ramez P. (1998). *Determination de l'espace de liberté des cours d'eau*. Bassin Rhone-Mediterranéé-Corse, Guide Technique n.2, 39 pp.

Renn O., T. Webler y P. Wiedemann (Eds.) (1995). *Fairness and Competence in Citizen Participation. Evaluating Models for Environmental Discourse*. Kluwer Academic Publishers.

Rinaldi M., Simoncini C. and H. Piégay (2009). “Scientific design strategy for promoting sustainable sediment management: the case of the Magra

river (Central-Northern Italy). *River Research and Applications*, Vol.25, pp.607-625. DOI: 10.1002/rra.1243.

SeeRiver (2013). WP3: Activity 3.3 *Preparation of SEE River Toolkit for Integrative Management of International River Corridors*, informe preparado por A. Nardini por encargo de la Ripartizione Opere Idrauliche della Provincia Autonoma di Bolzano-Alto Adige, en el ámbito del proyecto SEE River, del programa UE *Interreg IV South-East Europe*.

TEEB (2010). *The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Mainstreaming the Economics of Nature: a Synthesis of the Approach, Conclusions and Recommendations of TEEB* (<http://www.teebweb.org>).

The Nature Conservancy (2009). "The Active River Area: A Conservation Framework for Protecting Rivers and Streams", *Proceedings of the Water/Watershed Conference*. Concord, NH, November 20-21, 2009