



El Colegio de la Frontera Sur  
Université de Sherbrooke

Restauración ecológica en cuencas transfronterizas: análisis  
de las prácticas de restauración desde un enfoque integral

TESINA  
presentada como requisito parcial para optar al grado de  
Maestría Profesionalizante en Ecología Internacional

por

Linda Ilse Ivonne Pérez Rosas

2014

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesora la Dra. María Mercedes Castillo Uzcanga, por su apoyo y sobre todo su paciencia. Sus consejos y orientación han logrado la realización de esta tesina.

A CONACyT por la beca otorgada durante mis estudios de maestría.

A la administración de El Colegio de la Frontera Sur Chetumal y l'Université de Sherbrooke por el apoyo durante la maestría.

A mi abuelita Elia Téllez, a mi abuelo Severiano Pérez y tío Alejandro Rosas, su recuerdo y amor me dan fuerza para seguir cumpliendo mis sueños.

A mis padres, Miguel Pérez y Carmen Rosas, que siempre han estado para apoyar en todas mis decisiones y me han inspirado para seguir con mis metas.

A mi hermano, Jhosua Pérez, que tanto adoro y me llena de alegría.

A Nikolas St-Jean por su paciencia, amor y comprensión. Porque sacrificaste tu tiempo para que yo pudiera alcanzar mis objetivos.

A mi familia, particularmente a mi abuelo, Raúl Rosas, que siempre ha confiado en mi y me ha contagiado de felicidad y esperanza para seguir cumpliendo mis metas.

A mis amigos, Paula Vargas, Leticia Pérez, Carla Orozco, Esmeralda Bravo, Abraham López y Adriana Zempoaltécalt que siempre me han apoyado a pesar de la distancia.

A mis compañeros de maestría, por todos los momentos, las horas de trabajo, y sobre todo por los lindos recuerdos.

## RESUMEN

La escasez de agua es una problemática a nivel mundial que no reconoce ninguna frontera política. En el mundo, existen 246 cuencas compartidas las cuales generan 60% del agua dulce y albergan 40 % de la población mundial. La gestión integral de la cuenca es de vital importancia para asegurar el mantenimiento de los ecosistemas y los servicios que nos proporcionan. Existen diversos convenios a nivel internacional que fomentan el desarrollo de reglamentos para el uso sustentable de las aguas internacionales, sin afectar a otros países ribereños. Además, en algunos tratados se incluye la necesidad de aplicar estrategias de restauración en ecosistemas degradados. Sin embargo, la existencia de los tratados internacionales no asegura la participación entre los países que comparten la cuenca. El estado de la cuenca puede verse afectado por factores externos que no involucran aspectos ambientales. Estos factores afectan la calidad del manejo integral en la cuenca y, por lo tanto, su continua degradación. El análisis de las estrategias de seis cuencas transfronterizas ayudó a determinar de manera general, los componentes claves para la gestión e integración de medidas de restauración. Los resultados mostraron que tres de los casos de estudio incorporan tratados a nivel de cuenca sobre la gestión de sus recursos, en los cuales se establece la importancia de la restauración. La coordinación de las partes implicadas es realizada por una comisión conjunta encargada de aplicar lo establecido en el tratado. Los casos restantes, se caracterizan por tener conflictos políticos y no tener ni tratado ni comisión. No obstante, en los seis casos de estudio se realizaron esfuerzos de restauración. Se puede concluir que un componente esencial para aplicar estas acciones, no es necesariamente el establecimiento de un acuerdo o una comisión, sino más bien un

organismo mediador que coordine y fomente la cooperación de las partes implicadas en las cuencas compartidas.

**Palabras clave** : recursos hídricos compartidos, cooperación, ríos internacionales, estrategias, manejo integrado

## RESUME

La pénurie d'eau est une problématique à l'échelle mondiale qui ne reconnaît aucune frontière politique. Dans le monde, il existe 246 bassins versants partagés qui génèrent 60% de l'eau douce et abritent 40% de la population humaine. La gestion intégrée du bassin versant est d'importance vitale pour assurer le maintien des écosystèmes et des services qu'ils nous fournissent. Il existe une variété de conventions, sur le plan international, qui encouragent le développement de règlements pour l'utilisation durable des eaux internationales, et ce sans affecter les autres pays riverains. De plus, quelques un des accords internationaux mentionnent la nécessité d'appliquer des stratégies de restauration pour améliorer l'état des écosystèmes dégradés. Par contre, l'existence des accords internationaux ne garantit pas la participation des pays qui partagent le territoire du bassin versant. De plus, il est possible que des facteurs externes, sans lien aux aspects environnementaux, perturbent également l'état du bassin versant. Tous ces facteurs affectent la qualité de la gestion intégrée et contribuent à la dégradation du bassin versant. L'analyse des stratégies de six bassins versants transfrontaliers aide à déterminer, de manière générale, les composantes clés pour la gestion et l'intégration de mesures de restauration. Les résultats démontrent que trois des bassins versants ont incorporés des accords au niveau du bassin versant sur la gestion de ses ressources, dans lesquels se détermine l'importance de la restauration. La coordination des parties impliquées est réalisée par une commission mixte chargée de l'application ce qui est établi dans les articles de l'accord. Les trois autres bassins versants sont caractérisés par des conflits politiques qui nuisent à l'élaboration d'un accord et la mise en place d'une commission mixte. Par contre, des

efforts de restauration ont été entrepris dans chacun des six bassins versants. Il est donc possible de conclure qu'une composante essentielle pour l'application de la restauration n'est pas la ratification d'un accord international ni la mise en place d'une commission mixte, mais plutôt la prise en en charge de la coordination par un organisme médiateur qui encourage la collaboration de toutes les parties prenantes des bassins versants partagés.

**Mots clés:** ressources hydriques partagées, coopération, rivières internationales, stratégies, gestion intégrée

## ÍNDICE

<b>AGRADECIMIENTOS .....</b>	<b>I</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>III</b>
<b>RESUMÉ .....</b>	<b>V</b>
<b>GLOSARIO .....</b>	<b>XII</b>
<b>ACRÓNIMOS Y ABREVIACIONES .....</b>	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO 1. MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS TRANSFRONTERIZAS .</b>	<b>4</b>
1.1 CUENCAS HIDROGRÁFICAS TRANSFRONTERIZAS .....	4
1.2 IMPORTANCIA Y MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS TRANSFRONTERIZAS .....	8
1.3 ASPECTOS LEGALES Y POLÍTICOS EN EL MANEJO DE CUENCAS TRANSFRONTERIZAS ....	12
1.4 EL PAPEL DE LAS ORGANIZACIONES EN EL MANEJO DE CUENCAS TRANSFRONTERIZAS .	16
1.5 FACTORES QUE AUMENTAN LOS CONFLICTOS (ESTUDIOS PREVIOS).....	20
<b>CAPÍTULO 2. PRÁCTICAS DE RESTAURACIÓN EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS TRANSFRONTERIZAS.....</b>	<b>22</b>
2.1 GESTIÓN INTEGRAL DE RECURSOS HÍDRICOS (GIRH) EN CUENCAS .....	22
2.2 RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .....	27
2.3 ACTIVIDADES ALTERNAS A LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA .....	29
2.4 RESTAURACIÓN EN CUENCAS .....	32

<b>CAPÍTULO 3. ESTUDIOS DE CASO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN CUENCAS TRANSFRONTERIZAS .....</b>	<b>35</b>
3.1 CUENCA DE LOS GRANDES LAGOS DE NORTEAMÉRICA .....	36
3.1.1 <i>Problemática</i> .....	38
3.1.2 <i>Estrategias de restauración</i> .....	41
3.2 CUENCA DE RÍO BRAVO / GRANDE .....	47
3.2.1 <i>Problemática</i> .....	49
3.2.2 <i>Estrategias de restauración</i> .....	52
3.3 CUENCA DEL RÍO RIN.....	54
3.3.1 <i>Problemática</i> .....	56
3.3.2 <i>Estrategias de restauración</i> .....	58
3.4 CUENCA DEL RÍO DANUBIO.....	62
3.4.1 <i>Problemática</i> .....	65
3.4.2 <i>Estrategias de Restauración</i> .....	68
3.5 CUENCA DEL RÍO JORDÁN .....	73
3.5.1 <i>Problemática</i> .....	75
3.5.2 <i>Estrategias de Restauración</i> .....	76
3.6 CUENCAS DEL VOLCÁN TACANA.....	80
3.6.1 <i>Problemática</i> .....	82
3.6.2 <i>Estrategias de restauración</i> .....	84



**CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LAS OPORTUNIDADES Y RETOS DE LAS**

**PRÁCTICAS DE RESTAURACIÓN..... 86**

4.1 REVISIÓN DE LOS FACTORES POTENCIALES QUE DETERMINAN LA APLICACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE RESTAURACIÓN..... 86

4.2 ORGANIZACIONES Y ACTORES IMPLICADOS EN LA RESTAURACIÓN ..... 92

4.3 LIMITACIONES Y OPORTUNIDADES EN LOS ESFUERZOS DE RESTAURACIÓN ..... 96

**CONCLUSIONES..... 100**

**REFERENCIAS ..... 102**

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.1.</b> Diagrama de la ubicación del Thalweg o vaguada.....	5
<b>Figura 1.2.</b> Diagrama de un río sucesivo o transfronterizo.....	6
<b>Figura 1.3.</b> Cuencas transfronterizas a) Representación a nivel mundial b) Número de cuencas por continente. ....	11
<b>Figura 1.4.</b> Países con al menos un tratado y participación de los estados ribereños en los tratados. ....	21
<b>Figura 2.1.</b> Elementos la Gestión Integrada de Recursos Hídricos.....	24
<b>Figura 2.2.</b> Estrategias y acciones enfocadas a la recuperación de las funciones y estructura del ecosistema degradado. Las líneas punteadas indican los posibles vías para la restauración.....	32
<b>Figura 3.1.</b> Delimitación de la cuenca de los Grandes de los Lagos.....	37
<b>Figura 3.2.</b> Áreas de Preocupación en la cuenca de los Grandes Lagos.....	42
<b>Figura 3.3.</b> Ubicación geográfica de la cuenca del Río Bravo/Grande.....	48
<b>Figura 3.4.</b> Ubicación geográfica de la cuenca del río Rin . ....	55
<b>Figura 3.5.</b> Ubicación geográfica de la cuenca del río Danubio .....	63
<b>Figura 3.6.</b> Ubicación geográfica de la cuenca del río Jordán.....	74
<b>Figura 3.7.</b> Mapa de las cuencas del volcán Tacaná . ....	81
<b>Figura 4.1.</b> Esquema de los modelos de gestión top-down y bottom-up.....	98

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 2.1.</b> Dimensiones ecológicas, socioeconómicas, personales y culturales que se pueden recuperar con la restauración ecológica.....	28
<b>Tabla 3.1.</b> Manejo de las prácticas de restauración de la cuenca los Grandes Lagos a nivel Binacional, Federal y Estatal.....	44
<b>Tabla 3.2.</b> Medidas previstas por el ICPR para alcanzar los objetivos de Rhine 2020..	59
<b>Tabla 3.3.</b> Cobertura de los países en la cuenca del río Danubio .....	64
<b>Tabla 3.4.</b> Algunos proyectos actuales nacionales de restauración .....	71

## GLOSARIO

<b>Cauce</b>	Lecho de los ríos y arroyos.
<b>Cuenca</b>	Un territorio de captación de agua proveniente de lluvia, deshielo o rocío que fluye hasta un cuerpo de agua común.
<b>Mircrocuenca</b>	Una unidad de manejo a una escala mas pequeña dentro de una cuenca.
<b>Palestina</b>	Región del Medio Oriente compuesta de Cisjordania y Gaza.
<b>Pólder</b>	Terreno pantoso ganado al mar y que una vez desecado se dedica el cultivo.
<b><i>Thalweg</i></b>	Parte más baja de un valle o río.
<b>Ribereños</b>	Aquellos estados que están ubicados o comparten una misma cuenca (Aguilar e Iza, 2009).

## **ACRONIMOS Y ABREVIACIONES**

<b>3 E</b>	Economy, Equity and Environmental Sustainability
<b>AOCs</b>	Areas of Concern
<b>BUI</b>	Beneficial Use Impairments
<b>CE</b>	Comisión Europea
<b>CILA</b>	Comisión Internacional de Límites y Aguas
<b>COAPATAP</b>	Comité de Agua Potable y Alcantarillado del Municipio de Tapachula
<b>DSAT</b>	Danube Sturgeon Action Task
<b>EPDRB</b>	Environmental Programme for the Danube River Basin
<b>EUA</b>	Estados Unidos de América
<b>FoEME</b>	Friends of the Earth Middle East
<b>GEF</b>	Global Environmental Facility
<b>GIRH</b>	Gestión Integral de Recursos Hídricos
<b>GLWQA</b>	Great Lakes Water Quality Agreement
<b>GLRI</b>	Great Lakes Restoration Initiative

<b>GWP</b>	Asociación Mundial para el Agua
<b>ha</b>	Hectárea
<b>ICJ</b>	International Court of Justice
<b>ICPR</b>	International Commission for Protection of the Rhine
<b>ICPDR</b>	International Commission for Protection of the Danube
<b>IIL</b>	Institute of International Law
<b>IJC</b>	International Joint Commission
<b>ILA</b>	International Law Association
<b>ILC</b>	International Law Commission
<b>IRF</b>	International River Fund
<b>IUCN</b>	International Union for the Conservation of Nature
<b>KKL-JNF</b>	Karen Kayemeth Lelsrael - Jewish National Fun
<b>km</b>	Kilómetro
<b>km<sup>2</sup></b>	Kilómetro cuadrado
<b>LDGC</b>	Lower Danube Green Corridor
<b>m<sup>3</sup></b>	Metros cúbicos

<b>ONG</b>	Organización No Gubernamental
<b>PHI</b>	Programa Hidrológico Internacional
<b>PDNU</b>	Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas
<b>RAP</b>	Rhine Action Programme
<b>RAPs</b>	Remedial Action Plans
<b>RBO</b>	River Basin Organizations
<b>RIOC</b>	Red Internacional de Organismos de Cuenca
<b>SER</b>	Society of Ecological Restoration
<b>UE</b>	Unión Europea
<b>UNESCO</b>	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
<b>WANI</b>	Water and Nature Initiative
<b>WEDO</b>	Women's Environment Development Organization
<b>WDF</b>	Water Directive Framework
<b>WHYMAP</b>	World-wide Hydrogeological Mapping and Assessment Programme
<b>WWF</b>	World Wildlife Fund

## **INTRODUCCIÓN**

Durante el último siglo, los recursos de agua potable y su manejo han requerido la atención particular de la comunidad internacional. La falta de acceso a fuentes salubres para la mayoría de la población del mundo que vive en países en desarrollo, debido a los conflictos de demanda, de menor disponibilidad y de contaminación han justificado la necesidad de mejorar el enfoque de gestión del agua (Giordano y Wolf, 2003).

En los años 1990s, se fomentó la creación de asociaciones públicas-privadas con el fin de apoyar los gobiernos de países en vías de desarrollo con el manejo de sus recursos hídricos y por último, mejorar la calidad y aumentar la cantidad de fuentes de agua salubres (Budds y McGranahan, 2003). Sin embargo, incluso en aquellos lugares que estas asociaciones lograron mejorar la calidad del agua, el acceso para las poblaciones marginalizadas ha disminuido debido al enfoque en las zonas urbanas y el aumento de los precios (Budds y McGranahan, 2003).

Más que nunca, una cantidad importante de presiones en el uso de agua se tienen que tomar en cuenta para su manejo. Con los impactos del cambio climático y el crecimiento demográfico, los problemas de manejo de agua se extienden continuamente y no se limitan a la escala regional. Los ríos y sus diversos recursos hídricos no respetan necesariamente las fronteras políticas delimitadas por el ser humano (Giordano y Wolf, 2003). Los gobiernos y autoridades tienen que adaptarse a la realidad del manejo de agua a través de fronteras. La necesidad de facilitar la colaboración entre las naciones que comparten sus recursos hídricos es evidente. Los diversos principios de gestión, incluyendo aspectos ambientales, son esenciales para el manejo adecuado de cuencas



transfronterizas, incluyendo el proceso de la toma de decisiones (Timmerman y Langaas, 2005).

A parte de la repartición de recursos y su gestión en general, las autoridades tienen que asegurar la buena calidad del agua y de los ecosistemas del área compartida. La restauración ecológica puede ser una herramienta importante para mejorar la calidad del agua y de los servicios ecológicos, debido a que puede acelerar o iniciar la recuperación del ecosistema respecto a sus funciones ecológicas así como los flujos de los bienes y servicios naturales (Ehrenfeld, 2000; Clewell y Aronson, 2007). Además puede traer beneficios en términos de ahorro público, retornos que ayuden a superar la pobreza y cumplir los objetivos de la sustentabilidad (UNEP, 2010) En el caso de proyectos de restauración, la coordinación internacional es fundamental para su éxito. Actualmente, su realización se integra en planes de manejo bajo diferentes exigencias y tipos de prácticas.

Por esta razón, el objetivo principal de la tesina es analizar las diversas prácticas de restauración ecológica en cuencas transfronterizas. Para alcanzar este objetivo, la tesina se divide en cuatro objetivos secundarios que facilitan el estudio detallado del tema:

- ❖ Examinar las actividades de restauración incluidas en los planes de manejo de cuencas transfronterizas,
- ❖ Analizar casos de estudio de restauración de ecosistemas en cuencas transfronterizas,

- ❖ Definir los componentes esenciales de las buenas prácticas de restauración desde un enfoque integral, y
- ❖ Determinar las oportunidades y retos de las políticas de restauración en los planes de manejo de cuencas transfronterizas.

Los capítulos de la tesina siguen la realización de cada objetivo secundario y permiten profundizar el análisis global. El primer capítulo presenta los conceptos básicos para la comprensión del tema y de sus componentes. Así como las políticas y elementos internacionales para el manejo de los recursos hídricos compartidos.

Luego, en el segundo capítulo, se integran las definiciones de restauración ecológica y su importancia como componente en los planes de manejo de cuencas. El tercer capítulo integra la revisión de seis casos de estudios para permitir el análisis de las actividades de restauración incluidos en los planes de manejo de algunas cuencas transfronterizas, con el fin de realizar una síntesis de los componentes esenciales (ambientales, políticos, y sociales) para el desarrollo de la restauración ecológica.

En el cuarto capítulo, se realiza el análisis de las actividades de restauración desde un enfoque integral con el propósito de determinar qué componentes políticos, sociales y ambientales tienen mayor impacto en el cumplimiento de los objetivos de restauración. El análisis permite también determinar cuáles son las limitaciones, y así poder identificar los retos y oportunidades en las actividades de restauración. Finalmente, se presentan las conclusiones incluyendo algunas reflexiones y recomendaciones sobre la restauración ecológica en cuencas transfronterizas.

## **CAPÍTULO 1. MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS TRANSFRONTERIZAS**

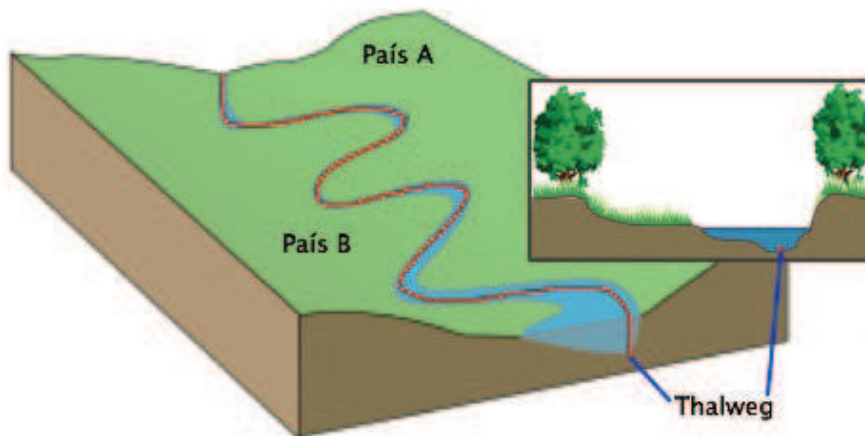
Dada la problemática actual en la gestión de recursos hídricos y el acceso a la información científica actualizada, surge la opción de visualizar el manejo desde un enfoque distinto, a nivel de cuenca. El conocimiento de términos básicos en las políticas ambientales es necesario para comprender las cuestiones que conciernen a las partes interesadas en una cuenca compartida.

### **1.1 Cuencas hidrográficas transfronterizas**

Una cuenca es un territorio de captación de agua proveniente de lluvia, deshielo o rocío que fluye hasta un cuerpo de agua común. Se compone de un río principal y el territorio incluido entre la naciente y la desembocadura del río (Debarry, 2004; Aguilar y Iza, 2009). El límite de la cuenca se puede definir por elevaciones o crestas que marcan la dirección del flujo de agua (Debarry, 2004). El agua captada puede servir de fuente de abastecimiento a un río, lago, bahía, pantano, acuífero subterráneo u otros componentes del sistema. En algunos casos sus componentes hidrológicos determinan los límites entre estados y naciones.

Históricamente, los ríos se han utilizado como fronteras entre países por diversas razones. Entre ellas se encuentra su potencial de capacidad defensiva, como el caso del *limes* o límite fronterizo del imperio romano. En aquella época se utilizó el cauce de los ríos Rin y Danubio como frontera septentrional del imperio romano (Donaldson, 2009). Por otro lado, los ríos se han utilizado como fronteras porque son una barrera natural, que divide un territorio (Donaldson, 2009; IBRU, 2013).

En este caso, cuando un río limítrofe separa un territorio del otro, es decir se sobrepone con la frontera, el río se denomina contiguo. No obstante, determinar la frontera puede ser complejo, debido a que el sistema puede estar sujeto a variaciones hidrodinámicas. Para este caso el establecimiento de los límites se realiza a través del *Thalweg* o la vaguada, el cual indica la parte más baja de un valle o el canal más profundo del río (Gleditsch, et al., 2006; Aguilar y Iza, 2009; Kibaroglu, Scheuman y Kramer, 2011). Como lo demuestra la figura siguiente la frontera marcada en rojo sigue la línea del *Thalweg*.

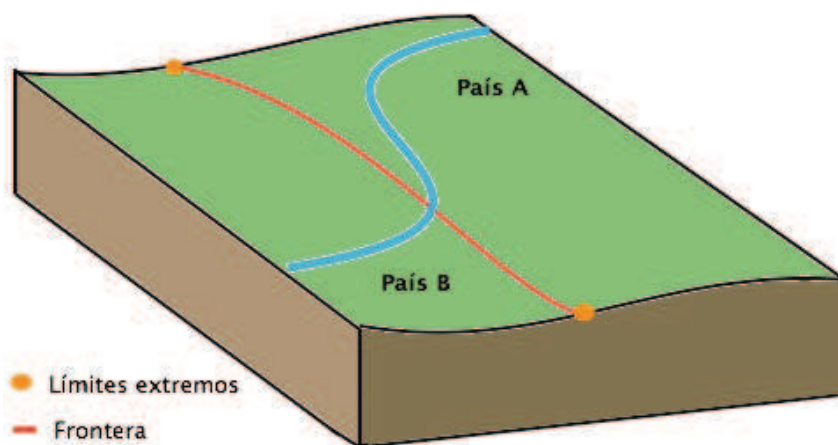


**Figura 1.1.** Diagrama de la ubicación del *Thalweg* o vaguada.

También el cauce puede moverse lateralmente producto de procesos de deposición y erosión, como resultado de grandes crecidas (Allan y Castillo, 2007; Kauffer, 2010), lo cual puede traer consecuencias para la frontera entre dos países. Tal es el caso de la cuenca del río Suchiate donde el río se utiliza como frontera entre México y Guatemala. En 1998 y 2005, eventos extremos como los huracanes Mitch y Stan, provocaron inundaciones que produjeron las modificaciones de la frontera fluvial. En otras palabras, las inundaciones del 2005, provocaron que la ubicación del *Thalweg* cambiará y

algunas infraestructuras y zonas ubicadas en Guatemala, se encontraban en la zona de la ribera de México y viceversa (Kauffer, 2010).

Por otro lado, cuando existe un río que atraviesa la frontera o los límites entre territorios, es decir tiene su origen en un estado y desemboca en otro, se denomina sucesivo o transfronterizo. En este caso, la línea imaginaria política es lateral y se conecta con los extremos de la frontera entre estos estados (Nweihed, 1992; Aguilar y Iza, 2009). La figura 1.2 representa el caso de un río sucesivo o transfronterizo que atraviesa dos países.



**Figura 1.2.** Diagrama de un río sucesivo o transfronterizo.

No obstante, en términos de gestión del río estas definiciones son algo obsoletas. Considerando el río como componente central de la cuenca hidrográfica, su manejo se asocia a la gestión de la cuenca como unidad espacial (Aguilar y Iza, 2009). La Corte Internacional de Justicia (*International Court of Justice – ICJ*), no hace ninguna distinción entre los términos de río sucesivo o contiguo, sólo determinó que para el caso de establecer un frontera en ríos navegables se utiliza el *Thalweg* y para no navegables

la línea media del río (Donaldson, 2009). Por lo tanto, parece ser que la distinción entre estos dos términos se aplica solamente a un enfoque geográfico y de manejo, y no a un enfoque legal (McIntyre, 2007).

Respecto a los términos utilizados para nombrar una cuenca que está presente en dos o más países, se han encontrado diferentes términos alternos tales como cuenca internacional, compartida, fronteriza y transfronteriza (Sadoff, et al., 2008; Aguilar y Iza, 2009; Kauffer, 2010; García y Kauffer, 2011; Olvera, et al., 2011; RIOC y GWP, 2012). A continuación se presentan las definiciones, con el fin de evitar confusiones en el trabajo:

### **Cuenca internacional y cuenca compartida**

De acuerdo a las reglas de Helsinki sobre el uso de aguas en ríos internacionales, una cuenca internacional es “un área geográfica que se extiende sobre dos o más Estados determinados por los límites del sistema de agua, incluyendo la aguas superficiales y subterráneas, que fluyen a una desembocadura común”. Mientras que una cuenca compartida se define como una cuenca hidrográfica que comparte un recurso natural entre dos o más estados (Aguilar y Iza, 2009).

### **Cuenca transfronteriza y cuenca fronteriza**

La diferencia entre una cuenca transfronteriza y fronteriza está marcada en los ríos que dividen las naciones. Una cuenca transfronteriza se caracteriza por tener un río sucesivo, mientras que una cuenca fronteriza se compone de un río contiguo. Estos calificativos se emplean para ríos y para lagos, y no se pueden aplicar precisamente a cuencas. Dado que éstos términos están vinculados con los límites o fronteras políticas,

y son los ríos o lagos los que pueden determinar estos límites y no la cuenca en sí (Aguilar y Iza, 2009).

Además los calificativos de cuenca transfronteriza e internacional podrían ser sinónimos al considerar que cuando un río atraviesa dos países se considera internacional. Consecuentemente, este calificativo consideraría los ríos fronterizos y transfronterizos. No obstante, en la literatura se utilizan estos términos de manera indistinta, y en español destacan los términos de cuencas compartidas (Aguilar y Iza, 2009; García y Michel, 2011; Nemesio, et al., 2011), transfronterizas (Meden, et al., 2010; RIOC y GWP, 2012) o internacionales (Hernández, López y Jiménez, 2009). Mientras que en inglés destacan los términos transfronterizo (*transboundary*) (Rodina, Masyutenko, y Krivoruchko, 2008; Tal, et al., 2010a; Öjendal, Hansson y Helberg, 2012) e Internacional (*International*) (Comair, et al., 2013b).

## **1.2 Importancia y manejo de cuencas hidrográficas transfronterizas**

La escasez de agua dulce es una problemática mundial ya que aproximadamente 1,200 millones de personas (casi una quinta parte de la población mundial) vive en zonas con escasez física de agua (UN-Water, 2007). La cual se define por la FAO (2012), como la escasez que se presenta cuando no hay suficiente agua para cubrir todos los requerimientos, incluyendo los flujos ambientales. En función de la relación agua/población, actualmente cerca de 700 millones de personas procedentes de 43 países sufren de escasez de agua (UN, 2014b). En este caso, la escasez de agua se define como <1,000 metros cúbicos (m<sup>3</sup>) por persona por año. Se estima que en 2025,

1,800 millones de personas habitarán en países o regiones con escasez absoluta de agua, es decir  $<500 \text{ m}^3$  por persona por año (UN, 2014b).

Existen varios factores que ocasionan la escasez de agua, sobre todo en zonas áridas y semiáridas, entre ellos se incluyen la contaminación del agua, el desarrollo económico, como actividades agrícolas, industriales o de urbanización, el crecimiento demográfico y el cambio climático (FAO, 2013; WWF, 2014). De hecho, dentro de las tendencias actuales sobre el cambio climático, para el 2030, aproximadamente la mitad de la población mundial vivirá en zonas de estrés hídrico, es decir  $<1,700 \text{ m}^3$  por persona por año (UN, 2014b).

Existe también un efecto combinado de los factores antes mencionados con el mal manejo de los recursos hídricos que provoca un uso insostenible. Esta mala gestión se caracteriza por una carencia de integración de las partes interesadas, falta de un enfoque sectorial que facilite el trabajo conjunto entre el gobierno y los socios para el desarrollo y, resistencias institucionales al cambio en el contexto de un aumento de la competencia de un recurso finito (UNESCO-PHI, 2009).

En términos de escasez de agua, la comprensión de los componentes del ciclo hidrológico, la distribución del agua y su flujo en la cuenca, es esencial para afrontar esta problemática, debido a que están estrechamente relacionados (FAO, 2013). En otras palabras, la interacción entre los factores de escasez y los diversos componentes del ciclo hidrológico determinan el acceso a los recursos hídricos. Por lo tanto, su manejo ideal se realiza dentro de unidades hidrológicas, es decir cuencas, ya que alteraciones en el ciclo hidrográfico en una parte del sistema pueden tener un impacto

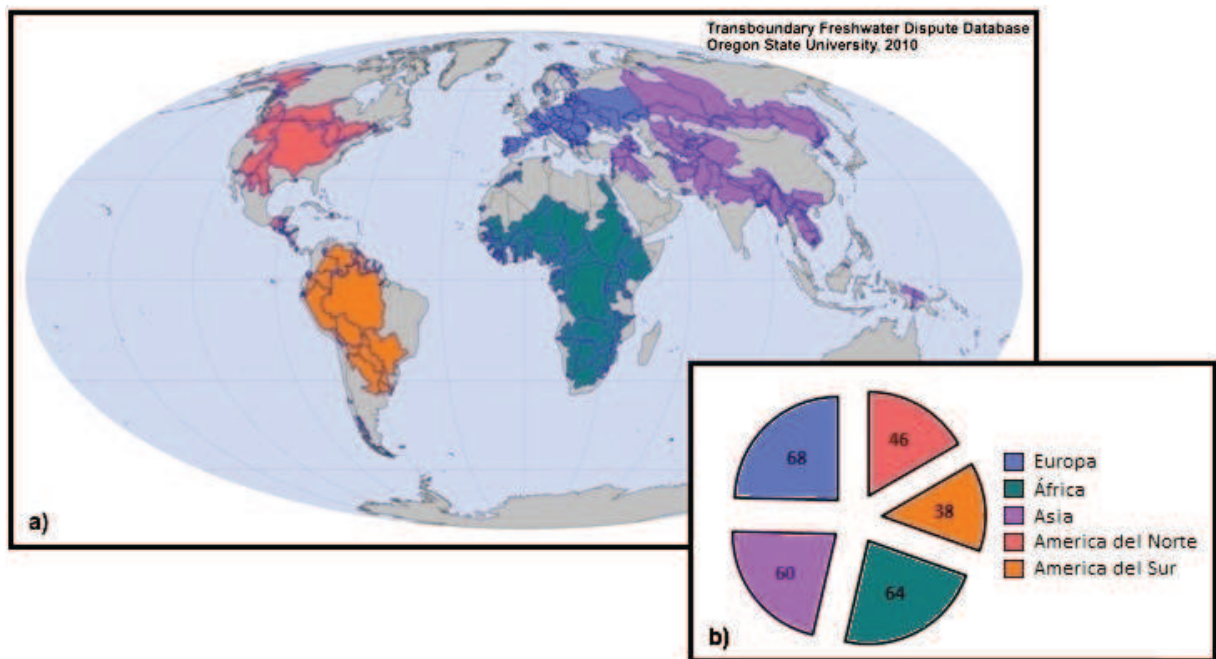


en otra parte (FAO, 2013). Además, al considerar que los sistemas humanos y naturales, elementos relacionados a los recursos hídricos, son interdependientes su manejo debe ser integrado (UNESCO-PHI, 2009). Este manejo debería de abordarse de manera multidisciplinaria y a nivel de cuenca, ya que uno de los desafíos en la gobernanza del agua es su uso compartido y la competencia por los recursos hídricos, tanto a nivel nacional como internacional (UNESCO-PHI, 2009).

Asimismo, es importante considerar que la delimitación de una cuenca hidrográfica es independiente de las fronteras políticas y que el manejo de los recursos puede encontrarse bajo diferentes regímenes políticos. Lo que podría ocasionar conflictos políticos transnacionales cuando dos o más naciones, con diferentes preocupaciones, visiones u objetivos, están compartiendo recursos (Sood y Mathukumalli, 2011). Por ejemplo, puede surgir un conflicto cuando una fuente de alimentación de un cuerpo de agua sobrepasa fronteras y los gobiernos involucrados tienen visiones divergentes sobre sus responsabilidades. Por lo tanto las actividades que se realizan en los países que se encuentran aguas arriba pueden afectar a los que se ubican en el punto más bajo de la cuenca.

Los países que están ubicados en una cuenca o comparten una, se definen como estados ribereños (Aguilar y Iza, 2009). En aguas transfronterizas, los estados ribereños se pueden definir como “Partes ribereñas”, entendiendo por tal a las partes que bordean las aguas transfronterizas (UNECE, 1992), o “Estado del curso de agua”, a aquel en cuyo territorio se encuentra un curso de agua internacional (UN, 1997). Estas definiciones pueden variar dependiendo de la convención a la que se adscribe.

En el mundo, existen 300 acuíferos transfronterizos y 276 cuencas compartidas superpuestas en 148 países (Fig. 1.3) (Giordano, et al., 2013; UN, 2014a). Estas cuencas cubren aproximadamente la mitad de la superficie terrestre, generando alrededor del 60% de agua dulce y albergando 40% de la población mundial (Giordano y Wolf, 2001; Sadoff, et al., 2008). Además, existen 145 países que tienen una parte de su territorio en cuencas transfronterizas y 21 países se encuentran completamente dentro de ellas (UN, 2014a). La figura 1.3 delimita y enumera las cuencas transfronterizas en cada continente.



**Figura 1.3.** Cuencas transfronterizas a) Representación a nivel mundial b) Número de cuencas por continente (inspirado en: TFDD, 2010; UN, 2014a).

De esta manera, los cuerpos de agua transfronterizos deben de ser gestionados desde un enfoque de manejo integral de cuenca, el cual tiene como objetivo tomar en consideración tanto aspectos biofísicos como sociales, políticos, económicos y

culturales que ocurren en el territorio (FAO, 2007). Esto con la finalidad de satisfacer las necesidades de los países ribereños y promover la soberanía legal de las aguas internacionales para prevenir conflictos sobre los recursos compartidos (Sidhu, 2013).

A lo largo de la historia, se han creado tratados y convenciones que tienen como propósito establecer de manera legal y equánime conceptos, obligaciones y derechos del recurso compartido. Sin embargo, el dividir equitativamente o gestionar los recursos naturales de una cuenca internacional es un ejercicio complejo afectado por dimensiones humanas políticas, sociales y económicas.

### **1.3 Aspectos legales y políticos en el manejo de cuencas transfronterizas**

Para explicar los derechos y obligaciones de los estados ribereños sobre las aguas internacionales, se han creado diferentes teorías las cuales algunas no fueron aplicadas y otras han servido para proponer los principios y normas actuales que sirven de base al Derecho Internacional de aguas (Aguilar y Iza, 2009). A continuación se realiza una breve explicación de las cuatro teorías enfocados a los recursos hídricos compartidos.

La primera teoría es la soberanía absoluta y menciona que un estado ribereño tiene el control total sobre las aguas que se encuentran dentro de su territorio y pueden utilizar las aguas sin considerar los efectos del uso de otros estados ribereños, especialmente los estados aguas abajo (Rieu-Clarke, 2002; Sidhu, 2013). Esta teoría que favorece a los estados de aguas arriba en el uso del Río Bravo/Grande, el cual se comparte entre Estados Unidos y México, fue introducida en 1985 pero nunca aplicada.

La segunda teoría es la integridad territorial absoluta, que establece el derecho de los países aguas abajo para demandar la continuidad del flujo natural del río internacional (Aguilar y Iza, 2009).

La tercera teoría del uso equitativo, estipula que los estados tienen un derecho equánime sobre la utilización del recurso compartido. Esta teoría promueve la igualdad sobre los derechos y soberanía de los estados sobre el curso del agua (Rieu-Clarke, 2000; Aguilar y Iza, 2009). El principio contemporáneo del derecho internacional del agua enfocado a la utilización razonable y equitativa de sus recursos está basado en esta última teoría (Sidhu, 2013).

Finalmente, la teoría de la gestión conjunta hace un énfasis en la máxima utilización y desarrollo económico óptimo para toda la cuenca. De tal manera que propone un desarrollo integrado y examina el establecimiento de órganos supranacionales (Sidhu, 2013; Aguilar y Iza, 2009).

En la actualidad, el derecho de los recursos hídricos compartidos se encuentra dentro del derecho internacional, el cual precisa las responsabilidades legales de los estados con respecto a su forma de proceder con otros países (UN, 2013). El ordenamiento de los principios se imputan generalmente a través de diversos institutos. Dentro de ellos se encuentra el Instituto de Derecho Internacional (*Institute of International Law - IIL*), la Asociación de Derecho Internacional (*International Law Association- ILA*) y la Comisión de Derecho Internacional (*International Law Commission - ILC*) (Sidhu, 2013).

De tal manera que el derecho internacional maneja los procedimientos válidos a través de los cuales se crean las normas. Dentro de estas normas se incluyen los tratados, la

costumbre internacional y los principios. En los tratados o convenciones se crean acuerdos internacionales que dictaminan los derechos y obligaciones entre estados y/o organizaciones internacionales. La convención donde se establece la adopción, entrada en vigor, modificación o enmienda y finalización de los tratados es la Convención de Viena sobre el derecho de los tratados, adoptada en 1969 y entrada en vigor en 1980. Dicha convención se realizó debido a la importancia de los tratados en el derecho internacional y porque fomentan la cooperación pacífica entre las naciones, sin importar las bases políticas y sociales de su gobernanza (UN, 1969; Aguilar y Iza, 2009).

La costumbre Internacional es una fuente de derecho internacional y es normalmente aceptada como derecho para un número considerable de países de la comunidad internacional. La ICJ en el estatuto de la Corte Internacional de Justicia en el artículo 38(1) define la costumbre internacional como “prueba de una práctica generalmente aceptada como derecho”. Por lo tanto, la costumbre Internacional se puede convertir en un tratado a través de un proceso de sistematización (Aguilar y Iza, 2009). Finalmente, el estatuto de la ICJ Capítulo II artículo 38(3) define a los principios como “principios generales del derecho reconocidos por las naciones civiles”, los cuales se pueden interpretar como deberes correspondientes a cada estado.

De manera general, los principios y tratados enfocados a la regulación de aguas compartidas se pueden resumir de la siguiente manera:

- ❖ Los principios básicos sobre el manejo de aguas compartidas se establecieron en la Declaración de Madrid sobre el reglamento internacional en relación al uso de los cursos de agua internacionales para fines distintos de la navegación. En esta

declaración, publicada por el IIL, se recomendó a los estados ribereños crear comisiones conjuntas para mejorar las relaciones (Giordano y Wolf, 2003).

- ❖ En 1966, la ILA desarrolló las reglas de Helsinki sobre los Usos de Agua en Ríos Internacionales donde se establece el uso de agua en cuencas internacionales (Sidhu, 2013).
- ❖ En 1992, se realizó la Convención de Protección y Uso en Cursos de Agua Transfronterizos y Lagos Internacionales. Fue adoptado en el marco de la Comisión Económica para Europa de las Naciones Unidas (Aguilar y Iza, 2009). En esta Convención se enfatizan las medidas recomendadas para asegurar la gestión racional y adecuada entre las partes de la convención (*Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes*, 1992).
- ❖ En 1997, se realizó la Convención sobre los Derechos de los Usos de los Cursos de Agua Internacionales para Fines distintos de la Navegación. A diferencia de las reglas de Helsinki, en la Convención los estados deben tomar las medidas necesarias para evitar daños al recurso compartido. Mientras que en las reglas de Helsinki el cuerpo de agua está sujeto a la utilización equitativa (UN, 1997; Aguilar e Iza, 2009).

Un aspecto importante a resaltar es que en la Convención de 1997, no incluye a los acuíferos confinados, los cuales como ya se mencionó anteriormente, forman parte de sistema de cuenca y son indispensables como fuente de abastecimiento de agua. En 2008, la Asamblea General de las Naciones Unidas adoptó una resolución sobre acuíferos transfronterizos (La Resolución A/RES/63/124). Esta resolución se respalda

en el trabajo realizado por el Programa Hidrológico Internacional (PHI) de la UNESCO y abogados de la ILC, y en el mapa Mundial de Acuíferos Transfronterizos publicado por el Programa Mundial de Evaluación y Cartografía Hidrológica (WHYMAP) que se compone de una base de datos de recursos hídricos del planeta (UN, 2009a; Aguilar e Iza, 2009).

En 2004, se realizó la Conferencia de Berlín donde se presentaron reglas en recursos hídricos en el cual se hace una revisión de las reglas de Helsinki de 1966 e incorpora lo aprendido desde su adopción (ILA, 2004). Estas normas recopilan la costumbre internacional aplicable a los recursos hídricos (Aguilar y Iza, 2009), y promueven el establecimiento de un mecanismo conjunto o una comisión para facilitar la cooperación transfronteriza (Gerlak y Schmeier, 2013). En el artículo 64 se hace referencia al establecimiento de una cuenca más amplia y otros arreglos de manejo conjuntos; más precisamente, en el apartado 1 se menciona:

“Cuando sea necesario asegurar el uso equitativo y sustentable de aguas y la prevención de daños, los estados de la cuenca deben establecer una cuenca amplia o una agencia conjunta o una comisión con la autoridad de emprender el manejo integrado de aguas en una cuenca hidrológica” (ILA, 2004, p. 49).

#### **1.4 El papel de las organizaciones en el manejo de cuencas transfronterizas**

Uno de los aspectos importantes en cuencas internacionales es lograr la coordinación entre los estados ribereños, de tal manera que se logren los objetivos principales del manejo de la cuenca. Para que el cumplimiento de los acuerdos se realice con mayor

efectividad, existen organismos que realizan esta tarea, que son los llamados organismos de cuenca (*River Basin Organizations* - RBOs).

De acuerdo a la Convención sobre la Protección y Usos de los Cursos de Agua Transfronterizos y Lagos internacionales realizada por UNECE (*United Nations Economic Comissions for Europe*), en 1992, se definió un organismo conjunto como “cualquier comisión bilateral o multilateral u otros arreglos institucionales apropiados para la cooperación entre las partes ribereñas” (UNECE, 1992, p. 2). Con base a esto se definen tres tipos de arreglos institucionales:

- ❖ Sin designación a una institución para implementar el acuerdo.
- ❖ Nombramiento de plenipotenciarios (representantes gubernamentales).
- ❖ Creación de una comisión conjunta responsable para implementar el acuerdo.

En la práctica internacional actual, la comisión conjunta es la que prevalece mientras que los plenipotenciarios se presenta comúnmente en acuerdos de aguas fronterizas (UN, 2009b).

La creación de estos organismos puede surgir en lo acuerdos con el objetivo de crear un órgano que facilite la relación entre las partes interesadas. El órgano en cuestión dará prioridad a las problemáticas, definirá los temas de cooperación y asegurará la participación de todos los integrantes de la cuenca tanto en el sector público como privado (RIOIC y GWP, 2012). Estos organismos o instituciones pueden ser gubernamentales o no gubernamentales.



De una manera más sencilla, los arreglos institucionales facilitan la coordinación entre las partes interesadas, tienen una visión más objetiva de la situación, es decir no benefician solamente a una sector más fuerte (GWP y INBO, 2009). Los RBOs transfronterizos pueden tener múltiples funciones, RIOC y GWP (2009) mencionan las siguientes:

- ❖ Función coordinadora y de asesoramiento: Se encargan de ayudar a los estados miembros en la aplicación de los términos del acuerdo
- ❖ Función ejecutiva: Gestionar las actividades directas de la organización
- ❖ Función de control: Implementación del acuerdo y mediador.

En general, podría decirse que el tener un manejo integrado de cuencas y una institución encargada de su gestión ayuda a mejorar las relaciones y evitar conflictos innecesarios. Sin embargo, el designar un organismo de cuenca no garantiza el éxito de los objetivos particulares de la cuenca compartida. RIOC y GWP (2009), mencionan algunos principios que pueden mejorar la eficiencia del órgano y la cooperación:

- ❖ Responsabilidad del órgano conjunto que permita la implementación del Manejo Integral de Recursos Hídricos (MIRH).
- ❖ Organización institucional y mandato bien definido que permita la adopción de decisiones y su implementación.
- ❖ Marco legal consolidado.
- ❖ Mecanismos eficientes para la cooperación del organismo de cuenca y autoridades nacionales.

- ❖ Mecanismo para generar informes.
- ❖ Disponibilidad de fondos.
- ❖ Mecanismos para impulsar la participación pública y de las partes interesadas.

Este último componente incluye tanto a los gobiernos de los países ribereños, como a instituciones privadas, ONGs (Organizaciones No Gubernamentales), jóvenes, mujeres, autoridades locales entre otros. Por ejemplo, un aspecto común entre las comisiones conjuntas de la Comisión Europea del Oeste es la estrecha cooperación entre las ONGs y la comisión, la participación en trabajo de la comisión y la consciencia pública (UN, 2009b).

Dentro de la estructura organizacional de las comisiones, las ONGs entran dentro de las partes observadoras, al igual que las organizaciones privadas e intergubernamentales. Estas partes observadoras pueden estar en las reuniones de los organismos conjuntos sin derecho a voto (UN, 2009b). Además los estados ribereños deben fomentar la participación pública, en las que se incluyen las ONGs, en la elaboración de tratados de agua (UN, 2009b).

Uno de los aspectos importantes a considerar para mejorar la eficiencia de los organismos no es solamente el intercambio de información entre el órgano que gestiona la cuenca internacional y los actores involucrados, sino es primordial promover el intercambio de las experiencias prácticas y la comparación de enfoques y métodos con otras instituciones internacionales (RIOCI y GWP, 2012).

Las RBOs no siguen una estructura organizacional estricta, y su éxito no está determinado solamente por este factor, otros aspectos como la adaptación a problemáticas actuales como el cambio global y los cambios políticos pueden afectar su funcionamiento (Schmeier, 2013). Además aunque las RBOs tengan un papel importante en la coordinación de los países ribereños y las partes interesadas, existen factores externos que pueden generar disputas (Schmeier, 2013).

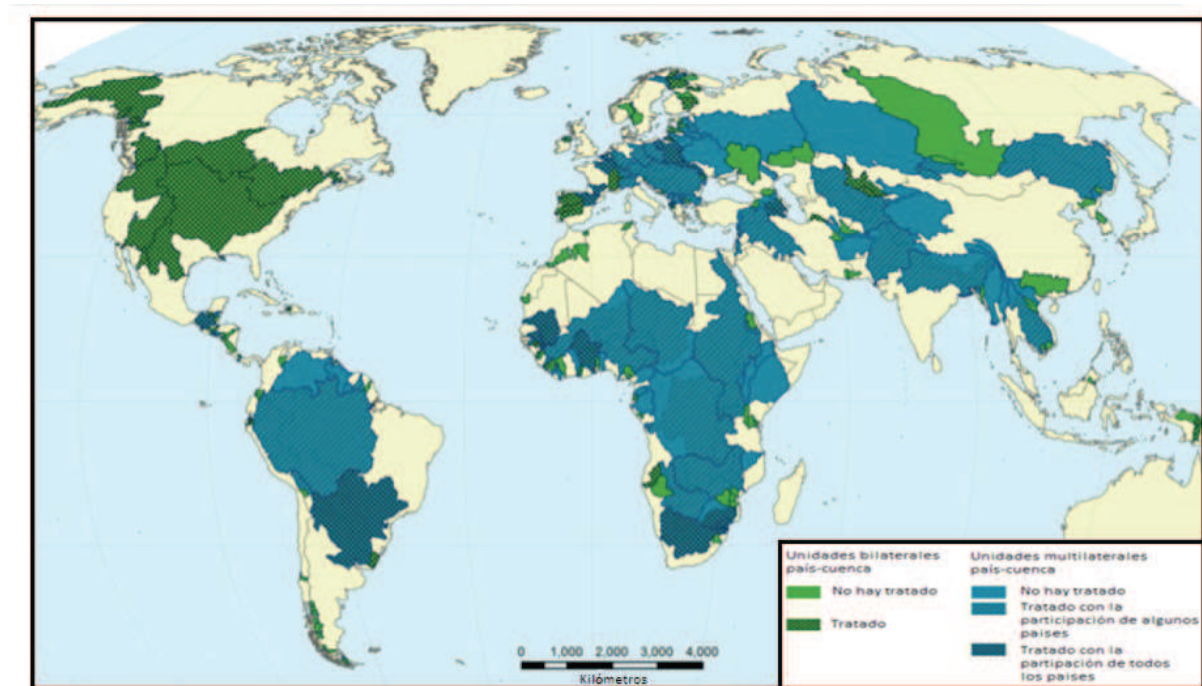
### **1.5 Factores que aumentan los conflictos (estudios previos)**

Uno de los componentes en el manejo de recursos compartidos es la participación de las partes implicadas. Promover la colaboración y el desarrollo de mecanismos de coordinación, puede ser uno de los factores que aumente el éxito de la implementación del manejo integral. Sin embargo, existen otras causas que pueden aumentar el riesgo a presentar conflictos entre países fronterizos.

Uno de los factores que se creía que podía aumentar la probabilidad de conflictos es el incremento de la escasez de agua. Sin embargo, Wolf, Yofe y Giordano (2003) encontraron que la capacidad institucional en una cuenca es igual o más importante que los aspectos físicos. Los cuales se identificaban como indicadores de conflicto de agua. Además los conflictos de agua surgen generalmente cuando ocurren cambios drásticos, como una cuenca con nuevos estados independientes, o cuando los proyectos que se desarrollan en la cuenca son unilaterales o la normatividad entre los estados ribereños está ausente (Wolf, Yofe y Giordano, 2003).

De los acuerdos que se tienen de las 276 cuencas hidrográficas transfronterizas, solamente 113 cuencas cuentan con algún tratado, es decir aproximadamente el 60%

de las cuencas transfronterizas no cuentan con ningún tratado (Giordano, et al., 2013). La figura siguiente complementa la figura 1.3 e identifica las cuencas que han implementado tratados.



**Figura 1.4.** Países con al menos un tratado y participación de los estados ribereños en los tratados (inspirado en: Giordano, et al., 2013).

En el estudio de Giordano, et al. (2013) las cuencas transfronterizas que cuentan con algún tratado pueden entrar dentro de las siguientes categorías:

- ❖ En acuerdos multilaterales no todos los estados ribereños forman parte del tratado, sólo el 13% de los tratados incluye a todos los estados ribereños.
- ❖ Los tratados no siempre tienen un acuerdo a nivel de cuenca, sólo aproximadamente el 25% de los tratados cubren toda la cuenca.

A pesar de que los tratados reducen conflictos y favorecen la cooperación (Wolf, Yolfe y Giordano, 2003) no todos incluyen mecanismos para manejar un conflicto (Giordano, et al., 2013). Las finalidades de los tratados están más enfocadas a proponer estrategias para mejorar la calidad de agua y servicios ecológicos (Giordano, et al., 2013).

## **CAPÍTULO 2. PRÁCTICAS DE RESTAURACIÓN EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS TRANSFRONTERIZAS**

Uno de los desafíos en la gestión de recursos en las cuencas hidrográficas transfronterizas es la cooperación de las partes interesadas. Las convenciones y tratados han ayudado a proponer derechos, y obligaciones así como estrategias, las cuales pueden fomentar la participación activa de las partes interesadas y ayudar a gestionar los recursos de una manera equitativa y sostenible. Dentro de estas estrategias, la gestión integral de recursos hídricos en cuencas es una herramienta importante para mantener los recursos y los servicios ecológicos que proporcionan. En el caso de que los ecosistemas degradados, la restauración ecológica puede servir de herramienta para recuperar o mejorar el estado del ecosistema y sus servicios. La importancia de esta práctica no reside solamente en un enfoque ecológico, sino también socioeconómico y cultural. Es decir, la restauración dentro del manejo integral contribuye también, al bienestar humano en general.

### **2.1 Gestión Integral de Recursos Hídricos (GIRH) en Cuencas**

Factores como el crecimiento demográfico, los cambios en el uso del suelo, la contaminación del agua y la sobreexplotación de sus fuentes, entre otros, aumentan la

escasez de agua dulce y al igual que los impactos de los cambios climáticos, es uno de los principales problemas ambientales del mundo (FAO, 2013)

Las malas prácticas de manejo y el uso excesivo del recurso son factores que han llevado al grado de escasez del agua (Bos, et al., 2005). Por tal motivo los componentes hidrológicos así como los sociales, económicos y ecológicos que existen en las cuencas hidrográficas requieren un enfoque integral para su gestión (GWP y INBO, 2009). Se considera de manera general, que el enfoque integral a nivel de cuenca es una de las mejores estrategias para la gestión de los recursos hídricos (Sadoff, et al., 2008).

Esta gestión integral surgió como una necesidad al promover la sustentabilidad de los recursos hídricos con el propósito de mitigar la degradación ecológica en áreas de cuencas. Con el enfoque integral, que se presentó en la Agenda 21, se pretende tomar en cuenta los factores ambientales, sociales y económicos (FAO, 2006). La GIRH tiene como propósito equilibrar las diferentes necesidades tanto económicas, ambientales y sociales relacionadas con los recursos hídricos (Mehtonen, Keskinen y Varis, 2008). La figura 2.1 muestra los elementos de la GIRH.



**Figura 2.1.** Elementos la Gestión Integrada de Recursos Hídricos (modificado de: Varis, et al., 2006).

Este concepto debe ser usado para proveer el bienestar económico, sin comprometer la Equidad y Sustentabilidad del Ambiente, principio de las 3 E (*Economy, Equity y Environmental Sustainability*) (Mehtonen, Keskinen y Varis, 2008). Los recursos hídricos deben ser gestionados en un enfoque amplio, de cuenca, con la participación de las partes interesadas y bajo la prevalencia de la buena gobernanza (Mehtonen, Keskinen y Varis, 2008).

El enfoque a nivel de cuenca permite que este sistema sea tratado de manera holística donde los objetivos están enfocados en la gestión integrada de cuencas (Sadoff et al., 2008). De manera más precisa, la gestión integrada de cuencas tiene como propósito

mejorar la coordinación de las partes interesadas, y la gestión ecuánime de los recursos naturales dentro del territorio de la cuenca, para asegurar la permanencia de los ecosistemas que lo componen (Gangbazo, 2004).

Este enfoque concibe los problemas de una manera conjunta, es decir no divide los problemas ambientales de los sociales, sino que es un entramado de factores donde cada uno afecta al otro. Además, requiere la participación y la coordinación de todas las partes implicadas para poder cumplir con los objetivos específicos de cada cuenca (Caire, 2004; Mehtonen, Keskinen y Varis, 2008; Cotler y Claire, 2009).

En general, una de las razones de mal funcionamiento de la GIRH es ocasionado por la falta de implementación de los planes de manejo (Mehtonen, Keskinen y Varis, 2008). Un plan de manejo es un medio para transmitir información sobre la asesoría y la gestión de recursos de una cuenca, y por lo tanto, es una manera de planificar las actividades que ocurren dentro del territorio. En el plan de manejo se caracteriza el estado actual de la cuenca, se identifica y se priorizan los problemas, y se proponen las estrategias y acciones necesarias para alcanzar los objetivos deseados (EPA, 2008).

De acuerdo a un análisis realizado por la UN-Water (2008) de 27 países desarrollados solo seis han implementado exitosamente planes con un enfoque de GIRH, 10 tienen planes de manejo que solamente están parcialmente implementados. Además, se hizo una comparación con otro trabajo efectuado por la GWP (2005) en países en desarrollo, en el cual el 38% (53 países) tienen planes que incorporan elementos del GIRH. La comparación mostró un aumento en la implementación de planes sobre todo en América (del 7% a 43%), en África (25 al 38%) y Asia (27% al 33%); sin embargo, los



autores indican que los cambios pueden deberse, en parte, a la diferencia en los cuestionarios (UN-Water, 2008).

Los planes de manejo se realizan generalmente por las organizaciones encargadas de gestionar la coordinación y participación de las partes interesadas. En estos planes están descritas las estrategias que cumplirán con las metas y objetivos. Los cuales pueden incluir mitigar problemas ambientales, proporcionar bienestar social y desarrollo económico sustentable, y medidas de restauración (ICPDR, 2009).

La integración de los planes que incluyen diversos actores y sectores, como en el caso de cuencas transfronterizas, demanda instituciones adecuadas y una entendimiento amplio del contexto político en donde se desarrolla el manejo de recursos hídricos (Mehtonen, Keskinen y Varis, 2008). Cuando los recursos de una cuenca se comparten entre dos o más países, la cooperación transfronteriza es indispensable para alcanzar el propósito de la GIRH (Sadoff, et al., 2008). Sin embargo, este manejo integral se vuelve un desafío cuando los intereses de los países ribereños difieren (Mehtonen, Keskinen y Varis, 2008).

Debido a la poca flexibilidad, los posibles conflictos y ningún incentivo en la gestión que implica distribuir el agua, se ha propuesto además de compartir el recurso, también compartir los beneficios que nos ofrece para aumentar la posibilidad de cooperación (Sadoff, et al., 2008). Uno de los beneficios de compartir los recursos transfronterizos es que el manejo integrado de cuencas transfronterizas puede ayudar a resolver no sólo conflictos relacionados a los recursos hídricos sino también los conflictos políticos entre los países ribereños (Sood y Prasad Mathukumalli, 2011). Entonces, la

cooperación de gobiernos de los países ribereños es un factor adicional determinante (Chen, 2008).

En la convención de Helsinki 1992 (*Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes*), en el art. 2(d) dentro de las medidas que los estados ribereños deben tomar, se encuentra “Asegurar la conservación y, donde sea necesaria, la restauración de ecosistemas” (UNECE, 1992, p. 3). Por lo tanto es responsabilidad de los estados ribereños que están incluidos en los acuerdos, establecer prácticas de restauración para prevenir, controlar o mitigar cualquier impacto transfronterizo.

Dentro del manejo de cuencas, la restauración es una herramienta que favorece el mantenimiento de la integridad y sostenibilidad del ecosistema así como sus servicios ecológicos (SER, 2004). Además es una vía que permite alcanzar los objetivos específicos de la unidad hidrográfica generalmente desarrollados en los planes de manejo.

## **2.2 Restauración Ecológica**

Cuando existe una perturbación el ecosistema se puede regenerar naturalmente. No obstante, en ciertas ocasiones se requiere la intervención para ayudar al ecosistema a restablecerse. Sobre todo cuando el sistema ya no puede recuperar las condiciones y servicios ambientales precedentes (SER, 2004). De acuerdo a SER (*Society for Ecological Restoration*) (2004) “la restauración ecológica es el proceso de ayudar al restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido” (SER, 2004, p. 3). En otras palabras, el propósito de la restauración es retornar el sistema a

su estado anterior a la perturbación, de tal manera que sea autosuficiente y resiliente a perturbaciones naturales. La restauración no sólo incluye el componente ecológico sino también el socioeconómico y cultural, los cuales se describen en la tabla 2.1. De esta manera, las prácticas de restauración contribuyen al mantenimiento o mejora del bienestar humano (Clewel y Aronson, 2007).

**Tabla 2.1.** Dimensiones ecológicas, socioeconómicas, personales y culturales que se pueden recuperar con la restauración ecológica (inspirado en: Clewell y Aronson, 2007).

Dimensión	Características
Ecológica	Inicia o acelera la recuperación del ecosistema respecto a : composición de especies, estructura de la comunidad, función ecológica, aptitud del ambiente para mantener la biota, y la conectividad del paisaje
Socioeconómica	Recupera flujos de los bienes naturales Servicios de importancia económica que proveen los ecosistemas
Personal y cultural	Recuperación estética Realización personal Experiencias obtenidas con la restauración

Para restaurar las condiciones existentes antes del disturbio, es recomendable tener datos históricos del ecosistema (Clewel, Rieger y Munro, 2005). Cuando no se tiene la información necesaria para trazar la trayectoria histórica del sitio se utilizan los modelos de referencia, los cuales son un estado avanzado del ecosistema que contiene los

atributos que se desean restaurar (Clewell y Aronson, 2007; SER, 2004). Es decir, el sistema de referencia puede ser aquel que cumple ciertos procesos o características que se quieren restablecer.

Es importante considerar que el ecosistema puede no retornar a su estado anterior. Debido a que la perturbación fue muy intensa o no se considera la respuesta del sistema a cambios de los factores desarrollados en el estado de degradación (SER, 2004; Suding, Grosse y Houseman, 2004). En este caso el ecosistema puede tomar una trayectoria diferente en su recuperación y llegar a un estado alterno.

### **2.3 Actividades alternas a la restauración ecológica**

En algunos casos los esfuerzos de restauración no están dirigidos a la restauración ecológica sino a otras actividades. Clark (2002) menciona que el término “restauración” incluye algunos tipos de intervención humana o manipulación los cuales se destinan a regresar un sistema degradado a las condiciones anteriores a su perturbación. Estas actividades no siempre tienen como objetivo llegar a recuperar los procesos autogénicos del ecosistema, sino que algunas acciones sólo quieren restablecer algunos componentes sobre su estructura y/o funcionamiento. Entre ellas se encuentra la rehabilitación, reclamación, remediación, mitigación, creación e ingeniería ecológica.

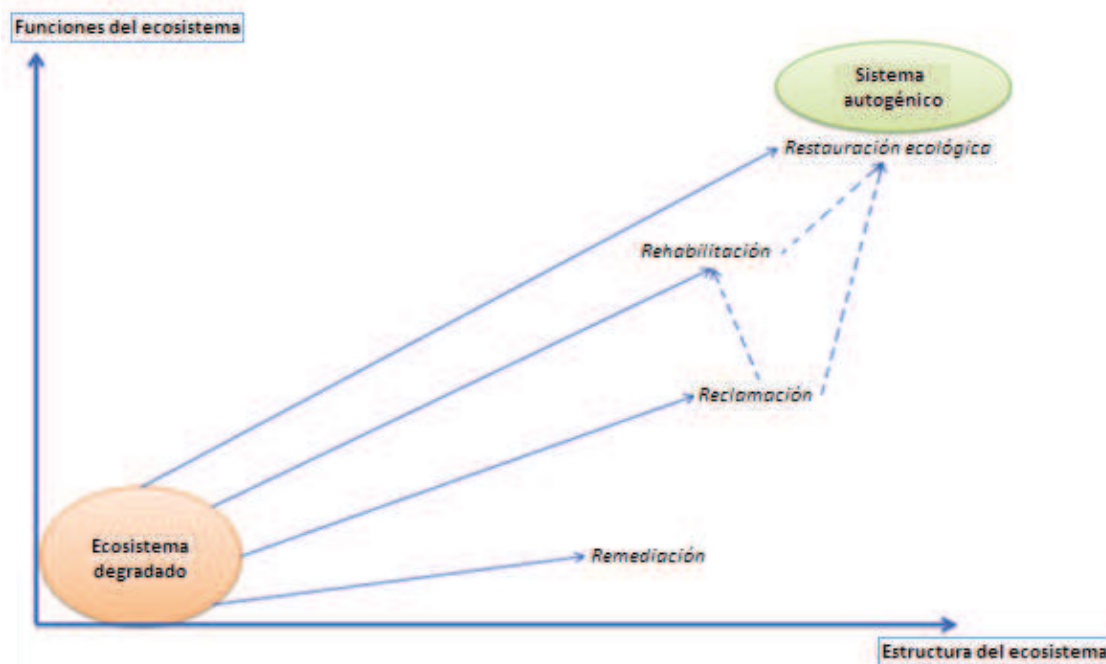
- ❖ La rehabilitación al igual que la restauración comprende también los ecosistemas preexistentes como referencias (SER, 2004). La diferencia está en las metas y estrategias, dado que la rehabilitación se enfoca en la reparación de los procesos, la productividad y servicios ecológicos, al menos parcialmente (SER, 2004; INECC, 2013). Mientras que las metas de la restauración ecológica incluyen también el

restablecimiento de la integridad biótica preexistente respecto a la composición de especies y estructura de la comunidad, o la trayectoria histórica (SER, 2004; Clewell y Aronson, 2007).

- ❖ En sitios severamente degradados, como aquellos perturbados por la minería o construcción a gran escala, se efectúan acciones como la reclamación (Meffé y Carroll, 1994). La cual incluye actividades como la estabilización del terreno, el fortalecimiento de la seguridad pública, mejoramiento estético y el regreso de las tierras a lo que se consideraría un propósito útil dentro del contexto regional (SER, 2004; INECC, 2013). Uno de los componentes comúnmente utilizados es la revegetación, la cual es el establecimiento de una o algunas especies (SER, 2004).
- ❖ El objetivo de la mitigación es indemnizar los daños ambientales. Sin embargo, el término no debe ser utilizado para referirse a una actividad, sino más bien a una estrategia y objetivo. Debido a que literalmente atenúa los impactos nocivos del uso intensivo del territorio (Clewell y Aronson, 2007). Los términos “creación” y “fabricación: se han utilizado recientemente cuando se realizan actividades de mitigación. Donde los cambios en el ecosistema conllevan a la “creación” de un ecosistema diferente al que se encontraba históricamente (SER, 2004). Como por ejemplo donde hay suelo desnudo de vegetación, y se realiza ingeniería supervisada o arquitectura de un paisaje (SER, 2004). Sin embargo, cuando la creación utiliza ingeniería supervisada no puede considerarse restauración.

- ❖ La ingeniería ecológica se enfoca en el manejo, diseño y monitoreo del ecosistemas para lograr metas específicas del ser humano y resolver problemas técnicos (SER, 2004).
- ❖ La remediación son las técnicas o acciones enfocadas a la eliminación de contaminantes que han sido vertidos en algún medio físico del ecosistema, como el agua, suelo o aire. El propósito de esta técnica es evitar la dispersión de contaminantes, a través de su eliminación y de esta manera poder reutilizar los medios físicos de nuevo (INECC, 2013).

De estas acciones y términos, la rehabilitación es una de las prácticas que puede considerarse como restauración cuando cumple aquellos criterios establecidos para tener un sistema autogénico (SER, 2004). En ocasiones la rehabilitación es un primer paso para alcanzar la restauración ecológica (INECC, 2013). Lo mismo sucede con la reclamación que se usa normalmente en el contexto de minería en Norteamérica y Reino Unido. Por lo tanto, la actividades de reclamación que tienen una mayor connotación en los aspectos ecológicos puede considerarse como rehabilitación y restauración (SER, 2004). En la figura 2.2 se presenta un esquema de los procesos para recuperar ciertas funciones y características de la estructura del ecosistema.



**Figura 2.2.** Estrategias y acciones enfocadas a la recuperación de las funciones y estructura del ecosistema degradado. Las líneas punteadas indican los posibles vías para la restauración (Inspirado en: Bradshaw, 1996).

En el caso de la mitigación, a pesar de que es una condición frecuentemente utilizada como estrategia por agencias gubernamentales en algunos proyectos se puede considerar como restauración. En razón que, el daño ambiental es compensado por la restauración ecológica u otras actividades (por ejemplo, rehabilitación, y reclamación; Clewell y Aronson, 2007; SER, 2004).

## 2.4 Restauración en cuencas

Las estrategias de restauración pueden aplicarse a diferentes escalas: a nivel local, tomando en cuenta aspectos particulares del hábitat, hasta el bioma a nivel regional (Trabucchi, et al., 2012).

Las acciones de restauración en las cuencas generalmente se enfocan a restaurar los recursos hídricos, debido al aumento en la demanda de agua dulce y al estrés hídrico presente en algunas zonas. Por lo tanto, los recursos hídricos son uno de los elementos que requieren más interés en conservar, manejar sustentablemente y restaurar.

Los esfuerzos de restauración pueden estar enfocados en la mejora de los servicios y bienes ecológicos (Ehrenfeld, 2000) que nos ofrecen los ecosistemas de una cuenca. Estos servicios pueden ser de aprovisionamiento, regulación, culturales y de soporte (Carpenter, et al., 2009). Entre ellos se puede mencionar, el mantenimiento de la calidad de agua, de la biodiversidad, la regulación del ciclo hidrológico y regulación del ciclo de los elementos (Bos, et al., 2005). El mantenimiento de estos servicios puede involucrar acciones en los ecosistemas terrestres y acuáticos, dirigidos a nivel de suelo, vegetación, hábitat y ciclo hidrológico.

En años recientes, se han creado programas para fomentar las actividades de restauración y conservación de los ecosistemas. Dentro de estos proyectos se encuentra el pago de servicios ambientales, como la venta de créditos de carbono que compensa la pérdida de dinero; está asociada a no explotar y fomenta las actividades de restauración o conservación que contribuyen al secuestro de carbono (CTX, 2014). Cuando se realizan acciones de reforestación o mantenimiento de humedales, se obtiene directamente la venta de créditos de carbono (1 tonelada de CO<sub>2</sub> = 1 crédito) (CTX, 2014) e indirectamente el mantenimiento y mejora de la calidad de agua (Townsend et al., 2012).



Existe una alta probabilidad que con el progreso actual de la evaluación de servicios ecológicos, aumente la inserción de estos servicios en la planificación e implementación de proyectos de restauración (Trabucchi, et al., 2012).

Actualmente, los casos más comunes de restauración en cuencas están enfocados a mantener la calidad de agua, mejorar el flujo natural de los ríos y restablecer los hábitats, la vegetación ribereña, los suelos, los bosques y arroyos (Martínez y López-Barrera, 2008) Sin embargo, es importante considerar que no existe un arquetipo para determinar las metas de restauración; debido a que éstas requieren un desarrollo apropiado para cada proyecto, el cual debe ser viable para alcanzar los esfuerzos de restauración (Ehrenfeld, 2000).

Además, es importante considerar que un solo proyecto no va a mejorar el estado de una cuenca degradada. La restauración a diferentes niveles se tiene que integrar en los planes de manejo para tener un impacto significativo. Los expertos que forman los grupos de trabajo tienen la responsabilidad de identificar las combinaciones de proyectos que van a facilitar el alcance de los objetivos de restauración a nivel de cuenca (Trabucchi, et al., 2012).

Las prácticas de restauración pueden realizarse a diferentes escalas que pueden variar en acciones locales y particulares del hábitat hasta niveles de cuenca, bioma o región (Trabucchi, et al., 2012). Cada proyecto contribuye al alcance de los objetivos, cuando las prácticas se realizan a nivel local se pueden evaluar pero es difícil ver los impactos que proporciona a una mayor escala, por ejemplo a nivel de paisaje. Dentro de este

contexto, los objetivos de restauración y los indicadores utilizados para determinar el logro deben enfocarse a escalas más amplias (Trabucchi, et al., 2012).

Esta realidad amplifica la necesidad de mejorar los sistemas de colaboración entre estados ribereños para asegurar el alcance de los objetivos de gestión. Mejorar la calidad del agua, por ejemplo, involucra acciones de cada lado de la frontera para asegurar resultados permanentes. Un país, o región, puede restaurar cada sitio degradado sin poder realmente mejorar la calidad del agua si las regiones de aguas arriba no colaboran y siguen contaminando o no llevan ningún proyecto de restauración. Consecuentemente es crucial conocer los factores que facilitan la cooperación transfronteriza para el manejo de los recursos y, específicamente, para la aplicación de estrategias de restauración a nivel de cuenca.

### **CAPÍTULO 3. ESTUDIOS DE CASO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN CUENCAS TRANSFRONTERIZAS**

Con el propósito de analizar la coordinación, gestión y específicamente la restauración se revisaron los proyectos de restauración de algunas cuencas transfronterizas. La selección de dichas cuencas se efectuó con base a la información disponible sobre las acciones de restauración. En otras palabras, se utilizaron las cuencas donde se encontraron datos suficientes sobre las Instituciones u organizaciones, los tratados y el enfoque en que se realizan las estrategias de restauración. En cada cuenca se recopiló y resumió información sobre la descripción física de la cuenca, su importancia ecológica, social y/o económica, problemática ambiental y acuerdos (si existen) enfocados a la gestión de la cuenca. Posteriormente se describieron los proyectos

enfocados a la restauración, tanto los acaecidos como los recientes y/o proyectados, y las estrategias y acciones para lograr las metas y objetivos deseados. Se revisaron seis cuencas las cuales son: Grandes lagos, Río Bravo/Grande, Río Rin, Río Danubio, Río Jordán y las cuencas del volcán Tacaná. Se conoce que las diferencias que pueden existir entre estas cuencas pueden influir sobre el manejo de sus recursos a nivel transfronterizo. No obstante, el proceso de selección de cuencas para el estudio se enfocó en la existencia de prácticas de restauración, con el fin de revisar aquellos factores que afectan su implementación. Por lo tanto, es de interés observar las prácticas de restauración realizadas bajo diferentes escenarios tanto políticos, ecológicos, socioeconómicos, culturales y geográficos.

### **3.1 Cuenca de los Grandes Lagos de Norteamérica**

La cuenca de los Grandes Lagos de Norteamérica es el sistema más grande de agua dulce, con el 18% del suministro mundial (Findlay y Telford, 2006; EPA, 2000a). Se localiza en la frontera entre Estados Unidos (E.U.A.) y Canadá y tiene un área 244,000 kilómetros cuadrados (km<sup>2</sup>) (Byrne, 2010). Está compuesto de cinco lagos : Superior, Huron, Michigan, Ontario y Erie. La figura 3.1 muestra la distribución de los lagos en la cuenca.



**Figura 3.1.** Delimitación de la cuenca de los Grandes de los Lagos (modificado de: GLCR, 2013).

Los lagos proveen agua para consumo, transporte, energía, recreación entre otros servicios. La cuenca alberga aproximadamente el 10% del total de la población de Estados Unidos y 25% de la población de Canadá (EPA, 2000a). Además, la cuenca presenta una de las mayores concentraciones de capacidad industrial, 25% del total de la producción agrícola de Canadá y 7% de Estados Unidos (EPA, 2000a). En otras palabras la región de los grandes lagos es una región de importancia económica, especialmente en los sectores industriales y agrícola (Allardice y Thorp, 1995).

### **3.1.1 Problemática**

La tasa demográfica ha aumentado más del 30% en el último siglo (Findlay y Telford, 2006). Con el aumento de la población se incrementó también la demanda de recursos, lo que ocasionó un gran deterioro en todo el sistema. Por ejemplo, con la tala forestal se eliminó la sombra que da el dosel de los árboles y como consecuencia la cantidad de radiación solar aumentó en arroyos y ríos. Por lo tanto la temperatura y concentración de oxígeno así como la producción primaria del medio acuático se vio afectada (Moore, 2005; Dodds, 2006; Smith, Joye y Howarth, 2006). Aunado a esto los restos de troncos y ramas resultantes de la tala bloquearon los cuerpos de agua (EPA, 2000a).

Además, los desechos producidos por la agricultura y el desarrollo industrial provocaron que la calidad del agua de los ríos comenzara a deteriorarse (EPA, 2000a). Con la industrialización se produjeron cambios como el desarrollo económico y la urbanización, que provocaron la degradación de los cuerpos de agua así como la contaminación bacteriana. Lo que contribuyó en algunas zonas la contaminación de agua potable ocasionando enfermedades transmitidas por el agua como fiebre tifoidea (EPA, 2000a).

En otras palabras, el desarrollo económico y social de los dos países trajo como consecuencia la degradación ambiental, sobre todo de los cuerpos de agua. Para mitigar el problema se propusieron estrategias donde las soluciones tenían un enfoque a nivel local. Es decir, las acciones consistían en la desviación de las fuentes de contaminación hacia otras zonas. Lo que ocasionó que la contaminación se esparciera y se convertirá en un problema a nivel de cuenca (EPA, 2000b).

Dado que estas soluciones no daban los resultados esperados, se propuso la creación de una institución con autoridad para estudiar los problemas relacionados con aguas transfronterizas y con el poder para comprometer a los países a ejercer las decisiones tomadas (EPA, 2000b). Así, en 1909, se firmó el tratado de aguas fronterizas donde se creó la *International Joint Commission* (IJC) para regular, investigar y proponer soluciones a problemas relacionados con los recursos hídricos compartidos (IJC, 2014b). La IJC actúa bajo el tratado de aguas fronterizas firmado en 1909 (IJC, 2014b). En este tratado se propone que la comisión debe estar compuesta de seis comisionados, tres nombrados por el presidente de Estados Unidos y tres por el Gobierno de Canadá (Findlay y Telford, 2006).

Durante varios años la contaminación del agua fue una de las principales problemáticas en los estudios realizados por la IJC. En 1919, la IJC propuso la realización de un nuevo tratado en respuesta a los problemas sobre la calidad de agua, sin embargo no se llegó a ningún acuerdo. En 1940, después de diversos estudios concernientes a la calidad de agua, la comisión manifestó la importancia de crear objetivos enfocados a la calidad de agua para los grandes lagos y la creación de consejos consultivos técnicos para monitorear la calidad de agua (IJC, 2014b).

No obstante, la aceleración de las descargas de nutrientes provenientes de la industria y la urbanización, continuaba. Lo que provocó el aumento de la producción biológica ocasionando la eutrofización en algunos lagos. Por ejemplo, se tiene registrado que en la década de los 50s se presentaron en el lago Erie señales de eutrofización (EPA, 2000b).

En vista de esta preocupación, los gobiernos construyeron plantas de tratamiento y regularon las cantidad de descargas industriales. Además, se propuso el acuerdo sobre la calidad de agua de los Grandes Lagos (*Great Lakes Water Quality Agreement - GLWQA*), cuyo propósito es identificar las prioridades de los recursos compartidos y coordinar las prácticas enfocadas a la restauración y la protección de la integridad del agua de los Grandes Lagos (IJC, 2014a). Debido a que los problemas ambientales persistían, se decidió modificar algunos aspectos relacionados al enfoque de ecosistema, donde se hace énfasis en la importancia de las sustancias tóxicas (EPA, 2000a). Este aspecto del manejo se describió con mayor detalle en la revisión del acuerdo en 1987. Los acuerdos de 1972 y 1978 se dirigieron a la reducción de contaminantes. Estos tres acuerdos fueron importantes en la remediación y protección de las aguas de la cuenca de los Grandes Lagos (Findlay y Telford, 2006).

En el año 2012, se realizó una revisión del tratado por la necesidad de actualizar y reforzar el acuerdo de 1987. Con el propósito de combatir la problemática actual, anticipar y prevenir las amenazas recientes en la calidad de agua de los Grandes lagos (*Great Lakes Water Quality Protocol*, 2012). La actualización incluye aspectos como degradación de ecosistemas costeros, especies invasoras acuáticas, la alteración del hábitat y los efectos del cambio climático. También se sigue incluyendo las temáticas detalladas en los tratados anteriores, como las algas nocivas, productos químicos tóxico y vertidos procedentes de buques (EPA, 2012). Además, se persigue difundir las oportunidades de participación pública en las problemáticas de los Grande Lagos. En resumen, el acuerdo se propuso en 1972, se revisó en 1978, se bonificó en 1987 y se actualizó en el 2012.

### 3.1.2 Estrategias de restauración

#### Áreas de preocupación

La participación pública con los gobiernos locales, federales y estatales ha sido remarcable en la cuenca de los Grandes Lagos. Los esfuerzos han estado principalmente enfocados en la restauración de la calidad ambiental como, por ejemplo, la limpieza de sitios donde se realizaron o existen actualmente prácticas agrícolas e industriales, o asentamientos urbanos.

Uno de los compromisos del acuerdo de 1987 fue la identificación y remediación de áreas degradadas en la cuenca. Los gobiernos de E.U.A. y Canadá identificaron un total de 43 áreas de preocupación (*Areas of Concern* – AOCs). Un área de preocupación es simplemente un sitio geográfico que ha sufrido una degradación ambiental que resultó en un impedimento en los usos beneficiosos del ambiente, definidos en el acuerdo como *Beneficial Use Impairments* (BUI) (Environnement Canada, 2013b). Los cuales son “un cambio en la integridad química, física o biológica del sistema de los Grandes Lagos suficiente para causar cualquier de los 14 impedimentos” descritas en el anexo I del tratado (Great Lakes Water Quality Protocol, 2012, p. 21). Tales BUI se consideran importantes porque afectan la calidad de los Grandes Lagos en general. (Environnement Canada y Le Ministère de l’Environnement de l’Ontario, 2011). En el acuerdo, se solicita la realización de planes de acción correctivos (*Remedial Action Plans* - RAPs) en áreas de preocupación para restaurar estos impedimentos.

Actualmente, se tienen nueve AOCs en Canadá, 25 AOCs en los Estados Unidos y cinco que se comparten entre los dos países (Environnement Canada y Le Ministère de



l'Environnement de l'Ontario, 2011). Para cada área se tiene un plan de saneamiento que dirige las actividades de restauración y protección (Environnement Canada, 2013b). La figura 3.2 delimita las AOCs que se definieron en toda la cuenca.



**Figura 3.2.** Áreas de Preocupación en la cuenca de los Grandes Lagos (modificado de: Environnement Canada y Le ministère de l'Environnement de l'Ontario, 2011).

En 1991, la IJC aprobó una guía de inclusión/exclusión de AOCs dentro de la cuenca de los Grandes Lagos (IJC, 2013). El objetivo de esta guía es facilitar el proceso de implementación de las estrategias de restauración de los dos países. La guía tiene una lista sobre los BIU y sus características para incluirlos o excluirlos, y de esta manera enfocar los RAPs para sus AOCs (IJC, 2013; Environnement Canada, 2013b).

Las agencias y organizaciones tanto públicas como privadas manejan los RAPs. Los cuales fomentan el enfoque de cuenca para la remediación y restauración de ecosistemas. De esta manera, se logran aplicar acciones para la restauración y protección de los AOCs en los Grandes Lagos (USPC, 2001).

Las acciones y propuestas de restauración en la cuenca de los Grandes Lagos y en las AOCs, se llevan a cabo por organizaciones federales, estatales y regionales. Estas acciones son coordinadas en ambos países por la IJC. En los E.U.A., los programas de manejo de protección y restauración de los Grandes Lagos están administradas por 10 agencias gubernamentales. La cuenca se encuentra en ocho estados y aproximadamente 40 naciones tribales (EPA, 2013). En Canadá, el gobierno desarrolló un Programa Federal de los grandes lagos el cual se rige bajo el convenio de la GLWQA. Los programas se encuentran dirigidos por Medio Ambiente Canadá y otros seis programas federales y una agencia. Además, los programas federales cooperan con la provincia de Ontario, y los Ministerios del Medio Ambiente, Recursos Naturales, Agricultura y Alimentación y Asunto Rurales (Environment Canada, 2013a). La tabla 3.1 muestra la estructura organizacional de los esfuerzos de restauración en las AOCs a nivel binacional, federal y estatal.

**Tabla 3.1.** Manejo de las prácticas de restauración de la cuenca los Grandes Lagos a nivel Binacional, Federal y Estatal (inspirado en: EPA, 2013; Environment Canada, 2013a).

Países	Federal			Estatal
Canadá		Medio Ambiente Canadá (EC)	Departamentos	Provincia de Ontario
			Agricultura y Agri-Food Canadá	
			Pesca y Océanos de Canadá	
			Salud Canadá	
			Recursos Naturales de Canadá	
			Agencia de Parques de Canadá	
			Obras Públicas y Servicios Gubernamentales de Canadá	
			Transporte Canadá e Infraestructura Canadá	
E.U.A.	IJC	Agencia de Protección Ambiental (EPA)	Departamentos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Illinois</li> <li>• Indiana</li> <li>• Michigan</li> <li>• Minnesota</li> <li>• New York</li> <li>• Ohio</li> <li>• Pennsylvania</li> <li>• Wisconsin</li> </ul>
			Ministerio de asuntos exteriores	
			Departamento de Interior	
			Ministerio de agricultura	
			Ministerio de comercio	
			Departamento de Vivienda y Desarrollo Urbano	
			Departamento de Transporte	
			Departamento de Seguridad Nacional	
			Departamento del Ejército	
			Departamento de Salud y Servicios Humanos	
			Consejo de Calidad Ambiental	

## **Iniciativa de restauración de los Grandes Lagos**

Dado que las cuencas representan una fuente importante para el desarrollo económico de ambos países, y se conoce la importancia del mejoramiento de su calidad ambiental. El presidente de E.U.A. y la agencia de protección del medio ambiente (*Environmental Protection Agency* - EPA) en colaboración con otras agencias federales determinaron la restauración de los Grandes Lagos como una prioridad Nacional. Para este compromiso, en 2009, el presidente Obama otorgó un financiamiento de 475 millones de dólares para la Iniciativa de Restauración de los Grandes Lagos (*Great Lakes Restoration Initiative* – GRLI) (GLRI, 2010).

Esta estrategia es un marco para el desarrollo del plan de acción. El cual incluye las metas, objetivos, targets de medidas ecológicas y acciones específicas para enfocar las cinco problemáticas urgentes de la cuenca (GLRI, 2010).

El plan de acción se ha desarrollado del 2010 hasta el presente año y dirige las problemáticas urgentes:

- ❖ Limpieza de tóxicas y áreas de preocupación,
- ❖ Combatir especies invasoras,
- ❖ Promover la salud de la costa protegiendo las cuencas de los contaminantes por escorrentía,
- ❖ Restaurar humedales y otros hábitats, y
- ❖ Seguir el progreso y trabajo con socios.

Con la implementación de esta estrategia se ha generado una base de datos disponible online. En la cual se encuentran los proyectos de restauración realizados en las AOCs de la cuenca. Dentro de los proyectos de la Iniciativa se encontraron 748 proyectos de restauración realizados entre 2010 y 2014, y desarrollados por diferentes organizaciones y a diferentes niveles (GLRI, 2014).

Una de estas organizaciones que trabaja con las instituciones locales, federales y estatales es la Coalición Sanando Nuestras Aguas – Grandes Lagos. Uno de sus propósitos es el ayudar con el cumplimiento de las prioridades identificadas en la GRLI (Healing Our Waters - Great Lakes Coalition, 2013). Esta organización desarrolló una base de datos sobre los esfuerzos de restauración y sus resultados. Más específicamente, aquellos que han proporcionado un beneficio tanto ambiental como económico.

En función a una búsqueda de la palabra “*restoration*” en la base de datos de la ONG, se encontraron aproximadamente 44 proyectos enfocados a la restauración. Los cuales se clasificaron dentro de las siguientes categorías: escorrentía contaminada, restauración del hábitat, especies invasoras y contaminación tóxica. Los proyectos están enfocados principalmente en la restauración de los siguientes componentes de los ecosistemas: ríos y sus tributarios, humedales, dunas, costa, pantano y turbera. Las especies cuyos ecosistemas son restaurados son salmón, trucha, alce, esturión y otros animales silvestres.

El éxito de los esfuerzos de restauración de la iniciativa GRLI, se evaluó con la restauración de los BUI en las AOCs. Es decir, se logró la exclusión de los

impedimentos que afectaban la calidad de los Grandes Lagos en general. En función a esto se han retirado de la lista cuatro AOCs de las cuales tres se encuentran en la provincia de Ontario, Canadá.

La realización de los proyectos a nivel local han permitido la mejora de la calidad de agua y del manejo de aguas residuales municipales, la restauración de poblaciones de peces, de vida silvestre y de sus hábitats, la investigación y desarrollo de opciones para la gestión de sedimentos contaminados (Environment Canada, 2014). Debido a que estos proyectos han permitido la mejora de la calidad del medio ambiente a nivel local, ayudan a fomentar la realización de actividades a una mayor escala, a nivel de cuenca (Environment Canada, 2014).

En síntesis, la cuenca de los Grande Lagos es un área importante para el desarrollo económico de los países. La implementación del tratado GWLQA y el establecimiento de la IJC han ayudado y fomentado la coordinación y cooperación entre los dos países. La ejecución de los proyectos de restauración se ha logrado con éxito gracias a la participación pública y la cooperación con los gobiernos federales, estatales y regionales de ambos países.

### **3.2 Cuenca de Río Bravo / Grande**

El río Bravo, conocido como río Grande en E.U.A., forma parte de la frontera natural entre E.U.A. y México. El río tiene una longitud de 3,033 kilómetros (km) y está reconocido como el río más largo en México y el cuarto en América del Norte. Además, 13 millones de personas dependen de sus aguas para el consumo de agua potable

(WWF, 2013). La cuenca tiene una superficie aproximada de 455,000 km<sup>2</sup>, de los cuales alrededor de 230,427 km<sup>2</sup> (50.6%) le corresponde a los E.U.A. y 225,242 (49.4%) a México (CONAGUA, 2010 en Meden et al., 2010). La figura 3.3 muestra la cuenca del río Bravo/Grande compartida entre E.U.A y México.



**Figura 3.3.** Ubicación geográfica de la cuenca del Río Bravo/Grande (traducido de: WWF, 2013).

En los Estados Unidos, la cuenca drena a tres estados: Colorado, Nuevo México y Texas, mientras que en México a cinco: Durango, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. La cuenca es parte del desierto más grande de Norteamérica que se extiende desde Colorado hasta México (WWF, 2013). La región árida de la cuenca, es una zona particularmente importante para la biodiversidad, dada sus características físicas y por formar parte del corredor biológico esencial a las especies migratorias. Los

patrones naturales del flujo variable del río (sequía o bajo flujo a grandes eventos de inundación) proporcionan un hábitat adecuado para muchas especies endémicas (Hoffman, 2006). La cuenca tiene más de 350 áreas naturales protegidas (ANP) de las cuales 72% se encuentran en los Estados Unidos (8.6 millones de hectáreas (ha)) y 28% (3.3 millones de ha) en México (Meden, et al., 2010).

### **3.2.1 Problemática**

La problemática más importante en la cuenca es el desvío del agua para la agricultura, la industria y el uso doméstico (WWF, 2013). Las diversas modificaciones en el río, como la construcción de presas, han alterado el régimen de flujo de agua y aumentado la cantidad de sedimentos acumulados (Meden, et al., 2010; WWF, 2013). Esto ha producido que el río sea más estrecho, sin ramificaciones y encauzado por los sedimentos (Meden et al., 2010). Además, las plantas invasoras han contribuido al efecto de cuello de botella que dificulta el movimiento del agua (WWF, 2013). Conjuntamente, la deforestación, la expansión de la agricultura, el mal manejo ganadero y la extracción excesiva del agua superficial y subterránea han ocasionado cambios considerables en la vegetación (Meden, et al., 2010). Las zonas áridas del norte de México y del sur de E.U.A también han sufrido las consecuencias (Meden, et al., 2010). Entre ellas se puede mencionar: la fragmentación del hábitat, la erosión del suelo, la presencia de especies invasoras y exóticas así como el aumento de la cobertura de las zonas con matorrales por la invasión de arbustos en las zonas con pastizales (Meden, et al., 2010).



No obstante, las problemáticas ambientales no son los únicos factores que ejercen presión al ecosistema y los recursos hídricos. Desde que se firmó el tratado del Tratado del Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), la migración de personas a la frontera ha aumentado (Departamento de Desarrollo Sostenible, 2008). El aumento demográfico ejerce una presión sobre la disponibilidad de agua, los ecosistemas, la biodiversidad y la morfología del río (Lacewell, et al., 2010). Además, otros factores como el cruce ilegal y tráfico de drogas han dado lugar a preocupaciones relacionadas a la seguridad pública (Lacewell, et al., 2010).

Con el tratado de 21 noviembre en 1900, ambos gobiernos aceptaron otorgar un estatus permanente al precursor de la comisión actual, la IBC (*International Boundary Comision*) que era la encargada del mantenimiento de la frontera. En 1944, cambiaron el nombre oficialmente a Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), la cual está encargada de la aplicación de los tratados concernientes a los límites de la frontera y de las aguas (IBWC, 2011; CILA, 2014).

CILA se divide en dos secciones independientes gestionadas en cada país. Las reuniones permiten discutir los problemas de la frontera, los cuales se mencionan a continuación y en orden de importancia: el flujo de agua, la calidad de agua y el manejo de los recursos. Para contar con la aprobación oficial, las decisiones llevadas a cabo se presentan a la Secretaría de Relaciones Exteriores (SRE), en México, y al Departamento de Estado, en los E.U.A. Cuando las dos secciones reciben la aprobación, las decisiones se formalizan y CILA puede proceder a la actualización del tratado (IBWC, 2011; CILA, 2014).

Con el TLCAN, se creó la Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza (COCEF) la cual está encargada de elaborar y llevar a cabo proyectos ambientales en la zona fronteriza. La principal temática es desarrollar proyectos de infraestructura que mejoran la salud humana, promueven el desarrollo sustentable y contribuyen a mejorar la calidad de vida en la región fronteriza (COCEF, 2014). Los proyectos generalmente propuestos y certificados por el COCEF se pueden dividir en cinco categorías: aguas residuales, manejo de residuos sólidos, calidad del aire, energía limpia y eficiente, y sectores emergentes (COCEF, 2014). Sin embargo, no existe una comisión internacional que trabaje a nivel de cuenca

Respecto a los acuerdos establecidos entre estos dos países existen dos que determinan la cantidad de agua que debe ser suministrada, uno por parte de E.U.A y otro para México (Carter, Seelke y Shedd, 2013). El conflicto reside en que México tienen una deuda de agua con E.U.A. provocada por la procuración de reservorios de agua para combatir las épocas de sequía en el territorio Mexicano. A pesar de la flexibilidad otorgada por E.U.A. para cubrir las cuotas de agua, algunos expertos indican que México está atrasado en el pago de su deuda (Carter, Seelke y Shedd, 2013). Por lo tanto, las cantidades específicas a alcanzar en un ciclo de cinco años, puede que no se logren (Carter, Seelke y Shedd, 2013).

Los proyectos de conservación y restauración desarrollados en la cuenca del río Bravo/ Grande son llevados a cabo a nivel estatal en E.U.A, y por organizaciones, internacionales o nacionales, en México. Existen varios proyectos transfronterizos que se desarrollan, pero solamente en algunas partes del río y, por lo tanto, no toman en

cuenta el enfoque de cuenca. El aumento demográfico y la falta de conocimiento del uso de agua en la cuenca aumentan la necesidad de establecer un manejo integrado de los recursos hídricos (Aparicio e Hidalgo, 2004). A nivel internacional, este problema ha sido discutido pero ni México ni E.U.A han firmado un acuerdo concerniente a las problemáticas ambientales de sus fronteras (Aparicio e Hidalgo, 2004).

Diversas organizaciones han realizado iniciativas en la cuenca. Por ejemplo, la *Global Partnership Taking Action* desarrolló diversos trabajos que mejoraban el manejo de las fuentes de agua en sitios clave a lo largo del río. Además, la WWF con el apoyo de *The Coca-Cola Company* restauraron hábitats y mejoraron el flujo del agua en la cuenca para el beneficio de la biodiversidad y de las personas que dependen del río (WWF, 2013). Algunos de estos proyectos se presentan a continuación.

### **3.2.2 Estrategias de restauración**

#### **The Big Bend Complex**

El *Big Bend* es una de las áreas naturales más grandes en Norteamérica. De hecho el área tiene un superficie de 970,000 ha y se localiza entre la región de Texas y de los estados de Chihuahua y Coahuila en México (WWF, 2013). Uno de los propósitos de este proyecto es mantener la estrecha coordinación entre organizaciones de las dos naciones para lograr los esfuerzos de restauración. El Equipo Binacional Big Bend está representado por 30 agencias, instituciones, y organizaciones para la conservación. Además, se desarrolla un plan de acción: *Action Plan for the Big Bend/Rio Bravo Protected Area*, en el cual se determinan las estrategias binacionales para restaurar el

ecosistema, controlar las especies invasoras, preservar la vida salvaje, adaptarse al cambio climático y controlar los incendios (WWF, 2013).

### **Río Conchos**

Uno de los principales tributarios del Río Bravo es el Río Conchos. El río inicia en la sierra Tarahumara de Chihuahua, en México, y fluye a través de distritos de riego y municipios en desarrollo hasta el cauce principal del Río Bravo, donde pasa por las ciudades de Ojinga, Chihuahua y Presidio, Texas (Hoffman, 2006).

En este río se han realizado proyectos de restauración de hábitat con la participación de los residentes de los ejidos. Este proyecto ayudó a implementar las bases para un esfuerzo de conservación extenso (WWF, 2013). Se restauraron 10,000 ha de bosques en la parte alta del río. Este proyecto proporcionó empleo y ayudó a la formación de los habitantes de siete ejidos (WWF, 2013). Los esfuerzos de restauración ayudaron a mejorar el flujo de agua y la salud de los ríos. Además, el programa de formación capacita a las comunidades a realizar el monitoreo de las agua en microcuencas con el objetivo que el río mantenga su flujo natural (WWF, 2013). Las estrategias de restauración en el río Conchos siguen desarrollándose actualmente.

En síntesis, uno de los problemas que afecta la falta la integración de un plan a nivel de cuenca son los problemas sociales y políticos. En los acuerdos entre E.U.A. y México de esta cuenca, el tema principal es la repartición del agua y el mantenimiento de la frontera, dejando rezagado los problemas ambientales. E.U.A. tiene proyectos tanto de conservación y restauración en la cuenca, pero no involucran las áreas que van más

allá de su frontera. Por lo tanto, aquellos proyectos transfronterizos que se han realizado son resultado de organizaciones internacionales y a nivel local. Sin embargo, es importante resaltar que existen actividades de restauración y conservación que se desarrollan actualmente y que a pesar de no tener un enfoque de cuenca pueden contribuir favorablemente a la mitigación de los problemas ambientales. Además, estos esfuerzos podrían ser el comienzo para el establecimiento futuro de un tratado.

### **3.3 Cuenca del río Rin**

La cuenca del río Rin, con un área de 185,000 km<sup>2</sup>, está compartida por nueve países del oeste de Europa: Suiza, Italia, Liechtenstein, Austria, Alemania, Francia, Luxemburgo, Bélgica y los Países Bajos (Brenner, et al., 2004; Uehlinger, et al., 2009). La cuenca tiene una población total de aproximadamente 54 millones de personas y proporciona agua potable a casi 20 millones de ellas (Brenner, et al., 2004). El río Rin fluye a través de 1,320 km desde los Alpes de Suiza hasta el Mar Norte, y constituye una de las vías navegables internacionales más importantes de Europa y del mundo (Page, 1997; Brenner, et al., 2004). La figura 3.4 delimita la cuenca del río Rin e identifica los países incluidos en la misma.



**Figura 3.4.** Ubicación geográfica de la cuenca del río Rin (inspirado de: Jong, 2003).

Desde un punto de vista económico, es fácil justificar la importancia de la cuenca del Rin. El río Rin es la vía principal de una de las zonas económicas más importantes de Europa. De hecho, el producto interior bruto de esta zona asciende al equivalente de 1,750 mil millones de dólares US (Uehlinger, et al., 2009). El Rin permite el desarrollo de actividades agrícolas, industriales, de producción de energía y de turismo (Uehlinger et al., 2009). En 1999 la región del río Rin tenía 10% de la industria de producción química del mundo (Raith, 1999). La alta densidad de población y el papel del río en el

desarrollo de sus actividades económicas determinan su importancia y la necesidad de establecer un sistema de manejo eficaz.

### **3.3.1 Problemática**

El desarrollo humano y el crecimiento económico en la cuenca han creado un caso de degradación grave de la calidad del agua del Rin y la integridad de sus ecosistemas (Brenner, et al., 2004; Uehlinger, et al., 2009). A partir del siglo XII, la modificación del curso del Rin por la construcción de presas, de diques en zonas inundables y el dragado ha ocasionado cambios importantes al flujo de agua en la cuenca (Bij de Vaat, Breukel y Van del Velde, 2006; Brenner, et al., 2004). Además, estas modificaciones han ocasionado cambios irreversibles en la estructura de los ecosistemas como, por ejemplo, la desaparición de zonas de transición entre el medio acuático y terrestre (Bij de Vaat, Breukel y Van del Velde, 2006). La problemática de la cuenca del río Rin no es solamente la alteración del flujo natural de agua, sino también la contaminación por el desarrollo industrial y el crecimiento de la población humana (Brenner, et al., 2004). De hecho, desde el fin del siglo XIX hasta la mitad del siglo XX, las descargas de aguas usadas por fábricas y municipalidades causaron la degradación de la calidad de agua, la disminución del tamaño de las poblaciones y la desaparición de varios organismos acuáticos (Bij de Vaat, Breukel y Van del Velde, 2006).

El área cubierta por la cuenca incorpora a los nueve países ya mencionados, pero el río Rin atraviesa solamente a cinco de éstos. De hecho, el río Rin se encuentra solamente en Suiza, Francia, Alemania Luxemburgo y los Países Bajos (Brenner, et al., 2004). Por esta razón, la Comisión internacional para la protección del Rin (*International*

*Commission for the Protection of the Rhine* - ICPR) está compuesta de los representantes de estos países y de la Comisión Europea (ICPR, 2012a). La ICPR coopera también estrechamente con todos los países dentro de la cuenca para asegurar el alcance de sus objetivos (ICPR, 2012a). La calidad del agua y de los ecosistemas del Rin está determinada por las actividades llevadas en toda la cuenca, entonces la coordinación a nivel internacional, incluyendo los países fuera del cauce del Rin, es primordial (Brenner, et al., 2004; ICPR, 2012a).

La colaboración en la cuenca del río Rin empezó en 1950 con la creación de un foro para que los países bordeando el Rin puedan discutir y resolver problemas de contaminación y asegurar la restauración del río (ICPR, 2009). En 1963, se firmó la Convención de Berna, un acuerdo sobre la ICPR contra la contaminación y para crear un marco legal de colaboración internacional en la cuenca (ICPR, 2009). En 1976, se firman dos convenciones relacionadas enfocadas sobre la contaminación química y la contaminación por cloruro (ICPR, 2009). Este mismo año se adjuntó la Comunidad Económica Europea a la convención (ICPR, 2009). El *Rhine Action Programme* (RAP) comienza en 1987 para aumentar los esfuerzos de restauración del Rin y su cuenca después del accidente de Sandoz, en 1986 (ICPR, 2009). Este accidente causó la descarga de 10 a 30 toneladas de insecticidas, pesticidas y fungicidas directamente en las aguas del Rin (Brenner, et al., 2004). Los productos químicos causaron la muerte de una gran cantidad de organismos acuáticos incluyendo 200 toneladas de anguilas (Brenner, et al., 2004).



El RAP tiene cuatro objetivos principales: crear las condiciones que permiten el regreso de especies del nivel trófico más alto, como el salmón, proteger la calidad del agua del Rin y asegurarla como fuente de agua potable, mejorar la calidad de los sedimentos para permitir el uso o eliminación de materiales dragados sin causar daño al medio ambiente, y, finalmente, mejorar la calidad del Mar del Norte en conjunto con otras medidas enfocadas hacia la protección de los ambientes marinos (Brenner, et al., 2004).

Con el fin del RAP, en 2000, los ministros de los países miembros del ICPR adoptaron el programa *Rhine 2020*, también llamado *Programme on the Sustainable Development of the Rhine* (ICPR, 2014). Los principios importantes del programa son la implementación de proyectos para establecer la conectividad de los hábitats, *Salmon 2020*, mejorar la mitigación de inundaciones con el Plan de Acción sobre Inundaciones, mejorar la calidad de agua, proteger las aguas subterráneas y vigilar de manera continua el estado del Rin (ICPR, 2014). El programa *Rhine 2020* apoya también la implementación de la *Water Framework Directive* y de la *Flood Management Directive* de la Comisión Europea (ICPR, 2014).

### **3.3.2 Estrategias de restauración**

#### ***Rhine 2020***

La restauración y rehabilitación de la cuenca está regida por el plan de acción *Rhine 2020* (ICPR, 2014). Dentro de este programa se mencionan las medidas a poner en

marcha para alcanzar todos los objetivos (ICPR, 2012b). De hecho, la siguiente tabla presenta las medidas propuestas dentro de *Rhine 2020*.

**Tabla 3.2.** Medidas previstas por el ICPR para alcanzar los objetivos de *Rhine 2020* (inspirado de: ICPR, 2012b).

<b>Conectividad de los hábitats y protección de la naturaleza</b>	<b>Protección de inundaciones</b>	<b>Calidad de agua</b>
Conservar las secciones del río que fluyen libremente	Abrir zonas aluviales al río	Disminuir el aporte en metales pesados, nitrógeno y pesticidas
Restaurar las dinámicas del río	Retención técnica en pólderes	Disminuir el aporte de productos farmacéuticos y otras sustancias peligrosas
Permitir diseños más variados de la estructura de las franjas ribereñas y el fondo	Reforzar los diques del río	-
Abrir zonas aluviales al río	Mejorar la previsión y el conocimiento de los riesgos	-
Cambiar a agricultura más extensiva en la zona inundable	-	-
Quitar obstáculos a la migración de la fauna del río	-	-
Restablecer la conexión con las secciones del río	-	-

La mayoría, si no todos los proyectos desarrollados dentro de la cuenca se coordinan por el ICPR y están basados sobre las medidas de la tabla 3.2. Los gobiernos nacionales, autoridades locales u ONGs utilizan las medidas para crear los proyectos y asegurar el alcance de los objetivos del ICPR (Bolscher, 2013).

## ***Salmon 2020***

El proyecto de restauración de las poblaciones indígenas de *Salmo salar* y otras especies migratorias se puso en marcha con la publicación del RAP en 1987 (ICPR, 2012c; Bolscher, 2013). Dentro del RAP se planeó un proyecto de restauración llamado *Salmon 2000* con el objetivo de permitir el regreso del salmón y de otras especies migratorias en el año 2000 (ICPR, 2012c). Con la publicación del *Rhine 2020*, el proyecto se actualizó según los resultados obtenidos y se ajustó el calendario en consecuencia (ICPR, 2012c). De hecho, lo único que cambió significativamente en la realización del proyecto es que los objetivos se tienen que alcanzar para el año 2020 (ICPR, 2012c).

En 1958, el *Salmo salar* desapareció completamente del Rin (Page, 1997; Bolscher, 2013). Las modificaciones en el flujo de agua, el nivel alto de contaminación industrial y la sobrepesca contribuyeron a la desaparición de esta especie de los ecosistemas de la cuenca (Page, 1997). El proyecto *Salmon 2000* era el primer iniciativa formal para restaurar los hábitats del salmón (ICPR, 2012c). Los resultados prometedores fomentaron la actualización del proyecto con *Salmon 2020*. De hecho, desde su implementación, con el RAP, en 1987, se observó el regreso del salmón en el Rin y un aumento progresivo en sus distancias de migración (ICPR, 2012c).

A partir de 1994, varios individuos empezaron a reproducirse naturalmente en la parte baja del Rin (ICPR, 2012c). En 1995 con la restauración del camino migratorio, algunos individuos alcanzaron llegar a 700 km (ICPR, 2012c). Eventualmente, con la modificación de presas y la eliminación de obstáculos, 60,000 peces de 23 especies

diferentes migraron hasta las presas del Alto Rin (ICPR, 2012c). En 2007, un total de 450 individuos de *Salmo salar* se reprodujeron en el río (ICPR, 2012c). Es evidente que la población no se puede mantener a largo plazo con tan pocos individuos, pero estos resultados indican que los esfuerzos de restauración han ayudado y los objetivos de Salmon 2020 se podrían alcanzar (ICPR, 2012c).

Desde 1990, 50 millones de euros fueron invertidos en este proyecto (Bolscher, 2013). Inversiones por un total de 528 millones de euros están planeados hasta 2015 para alcanzar los objetivos específicos del proyecto *Salmon 2020* (Bolscher, 2013). Específicamente, los nuevos objetivos son: aumentar la población de salmón que migra hasta el Alto Rin entre 7000 y 20000 individuos, permitir el paso de los salmones con la modificación de las presas y otros obstáculos, permitir el mantenimiento natural de las poblaciones y alcanzar poblaciones estables en el 2020 (ICPR, 2013). Los gobiernos nacionales de los países del Rin, autoridades regionales y ONGs son responsables de llevar a cabo los proyectos locales que permiten el logro de los objetivos de Salmon 2020 (Bolscher, 2013). Basado sobre los resultados obtenidos en el pasado, es muy probable que los países de la cuenca del río Rin logran restaurar la población de *Salmo salar*.

En conclusión, la cuenca ha sufrido mucha degradación ambiental como consecuencia de las modificaciones de los flujos de agua y el desarrollo industrial. A comienzos del siglo XX hubo una época de desarrollo intensivo lo cual aumentó dramáticamente la degradación de las aguas. Esto condujo a la formalización de medidas para la gestión del río, para posteriormente aplicar el enfoque integral de cuenca. Actualmente, el ICPR

se encarga de elaborar planes específicos, donde la prioridad más que conservación es la restauración. La cooperación transfronteriza a nivel a cuenca ha producido resultados favorables para los recursos hídricos. Con las acciones realizadas en el RAP de 1987 al 2000, obtuvieron el premio de la Fundación Internacional del Río (*International River Fund – IRF*) el cual se otorgó por los logros notables en el manejo integrado del río con un enfoque de cuenca. El fin de este plan y los resultados obtenidos fomentaron la actualización de los esfuerzos de restauración con el *Rhine 2020*.

### **3.4 Cuenca del río Danubio**

La cuenca del Río Danubio está considerada como la mayor cuenca internacional, ya que drena 19 países y alberga 83 millones de personas de diferentes culturas y lenguajes (Brilly, 2010). La cuenca tiene un área de aproximada de 800,000 km<sup>2</sup>, contiene el segundo río más grande en Europa y es el corazón central del continente por su alta importancia económica y social (West, 1999; Brilly, 2010).

El río nace en la Selva Negra de Alemania y fluye hacia el sureste a lo largo de 2,857 km hasta el Mar Negro de Rumania donde forma el delta del Danubio (West, 1999; Miklós, 2010). La cuenca se puede dividir en tres regiones la Región Alta (empieza en Alemania hasta Bratislavia en Eslovaquia), la Región Central (comprende las presas de Bratislavias hasta el Iron Gate Gorge en la frontera entre Serbia y Rumania) y la Región Baja (comprende el Delta del Danubio) (ICPDR, 2009c). La figura 3.5 identifica los países y delimita el área ocupado por la cuenca.



**Figura 3.5.** Ubicación geográfica de la cuenca del río Danubio (inspirado en: Wolf y Newton, 2008a).

La cuenca incluye todo el territorio de Hungría, la mayor parte de Rumania, Austria, Eslovenia, Croacia y Eslovaquia, partes de Bulgaria, Alemania, República Checa, Moldavia y Ucrania. También Bosnia y Herzegovina, y algunas zonas de Italia, Suiza, Albania y Polonia (Wolf y Newton, 2008a). La tabla 3.3 divide la cobertura de la cuenca y muestra el porcentaje de la cuenca en cada país.

**Tabla 3.3.** Cobertura de los países en la cuenca del río Danubio (inspirado en: ICPDR, 2009a).

País	Cobertura en la cuenca (km <sup>2</sup> )	Porcentaje en la cuenca	Porcentaje de la cuenca en los países
Albania	1,126	< 0.1	0.01
Austria	80,423	10.0	96.1
Bosnia y Herzegovina	36,636	4.6	74.9
Bulgaria	47,413	5.9	43.0
Croacia	34,965	4.4	62.5
República Checa	21,688	2.7	27.5
Alemania	56,184	7.0	16.8
Hungría	93,03	11.6	100.0
Italia	565	< 0.1	0.2
Macedonia	109	< 0.1	0.2
República de Moldavia	12,834	1.6	35.6
Montenegro	7,075	0.9	51.2
Polonia	430	< 0.1	0.1
Rumania	232,193	29.0	97.4
Serbia	81,56	10,2	92.3
Eslovaquia	47,084	5,9	96.0
Eslovenia	16,422	2,0	81.0
Suiza	1,809	0,2	4.3
Ucrania	30,52	3,8	5.4
<b>Total</b>	<b>801,463</b>	<b>100</b>	

El 87% (2,411 km) de la longitud del río es navegable y es una vía importante para la conexión con centros industriales. Antes de la Segunda Guerra Mundial, la Comisión Europea creada en el Tratado de París en 1856 era responsable de la administración

del Río, donde su principal tarea era asegurar las condiciones navegables a lo largo del río (Wolf y Newton, 2008a). Después de la guerra, se establecieron nuevas alianzas que cambiaron el proceso de gestión en la cuenca (Wolf y Newton, 2008a). En 1948, se firmó la Convención de Belgrado que atribuyó poderes semi-legislativos a la comisión y aseguró que cada país pudiera mantener el control de sus aguas navegables (Wolf y Newton, 2008a).

### **3.4.1 Problemática**

Los cambios realizados en el río proporcionaron la protección contra las inundaciones a zonas residenciales y agrícolas, pero sobre todo para mejorar la navegación del río dadas sus ventajas económicas (Stanciková, 2010). Entre ellos se puede mencionar: la construcción de estaciones para toma de agua, el drenaje de zonas inundables y restaurar la escorrentía perturbada para eliminar la formación de bloques de hielo, prevenir la sedimentación excesiva y mejorar la navegabilidad del Danubio (Stanciková, 2010).

Tanto la industria, la agricultura como el turismo son actividades importantes para el desarrollo económico y además son dependientes de los recursos hídricos (ICPDR, 2009c). Sin embargo, el desarrollo económico y social ha traído como consecuencia la degradación ambiental. A mediados de los años 80s otros problemas que no estaban relacionados a la navegación, como la calidad de agua, empezaron a considerarse importantes dado que el río pasa por una gran cantidad de naciones, recibiendo descargas de contaminantes de los centros urbanos, campos agrícolas y zonas industriales (Wolf y Newton, 2008a). Por lo tanto, la integridad del ecosistema se vio



afectado por la contaminación del agua, desastres naturales, pérdida de humedales y llanuras de inundación.

En 1985, con esta creciente problemática, ocho países de la cuenca firmaron La Declaración de los Países del Danubio para cooperar en las asuntos concernientes al Manejo de Agua del Danubio, o también llamada La Declaración de Bucarest (Wolf y Newton, 2008a). Esta declaración comprometía a los países a tener una gestión con un enfoque integrado a nivel de cuenca. Con la implementación de esta declaración se reforzó la coordinación entre los países con una serie de reuniones en Sofía en 1991. Esta coordinación condujo a la elaboración de una iniciativa, llamada Programa Ambiental para la Cuenca del Río Danubio (*Environmental Programme for the Danube River Basin* - EPDRB) (Task Force, 1995; Wolf y Newton, 2008a). El programa del Danubio se instauró con el propósito de revertir la degradación ambiental a nivel de cuenca y mitigar la contaminación transfronteriza (West, 1999). Además, el programa estableció una base operacional y un manejo integrado de la Cuenca del Río Danubio (West, 1999). El programa se aplicó como resultado de la coordinación entre:

- ❖ Los 15 países ribereños del Danubio que firmaron el tratado,
- ❖ El Programa de Desarrollo de las Naciones Unidas (PDNU),
- ❖ La Facilidad Global Ambiental (*Global Environmental Facility* - GEF),
- ❖ La Comisión Europea,
- ❖ Instituciones financieras internacionales, y

- ❖ ONGs internacionales y locales (West, 1999).

En este programa, los participantes aceptan adoptar los mismos sistemas de monitoreo y métodos para el asesoramiento del impacto ambiental, abordar los problemas sobre la responsabilidad de la contaminación transfronteriza, elaborar reglas para la protección de los humedales y, finalmente, delimitar las guías sobre el desarrollo para conservar áreas de importancia ecológica (Wolf y Newton, 2008a).

El objetivo principal del programa era la instauración de un Plan de Acción Estratégico (PAE) a través de un grupo de trabajo temporal y una unidad de coordinación del programa. Este programa apoya y refuerza las acciones nacionales enfocadas a la restauración y protección del río Danubio.

Paralelamente a la elaboración del PAE, los países del Danubio y la Comisión Europea firmaron, en 1994, la Convención para la Protección y Uso Sustentable del Río Danubio (Klindova, 2004). La elaboración del PAE se modificó para apoyar la implementación de la convención, la cual se implementó en 1998 y sirve de instrumento legal de cooperación y manejo de agua transfronteriza. Para implementar lo establecido en la convención, se creó la Comisión para la Protección del Río Danubio (*International Commission for the Protection of the Danube River - ICPDR*). La cual es una organización internacional que está conformada por la Unión Europea (UE) y 14 países cooperativos: Austria, Bosnia y Herzegovina, Bulgaria, Croacia, República Checa, Alemania, Hungría, República de Moldavia, Montenegro, Rumania, Serbia, Eslovaquia, Eslovenia y Ucrania (ICPDR, 2009c).

En el 2000, se implementó el Marco Directivo del Agua (*Water Directive Framework–WDF*) en la Unión Europea, el cual establece un marco legal para:

“Proteger y mejorar el estatus de todas la aguas y áreas protegidas incluyendo los ecosistemas que dependen del agua, prevenir su deterioro y asegurar el uso sustentable a largo plazo de los recursos hídricos” (ICPDR, 2009a, p. 1).

Desde la implementación del WDF, los recursos hídricos en Europa deben de gestionarse con un enfoque a nivel de cuenca (Habersack, Jäger y Hauer, 2013).

En el 2009, con la colaboración de expertos de 14 países y la UE a través de la ICDPR, se elaboró el Plan de Manejo de la Cuenca del Río Danubio. Basado en las estrategias y objetivos de este plan cada país, incluyendo los que no forman parte de la UE, desarrollan sus planes nacionales. Según el plan a nivel de cuenca, al menos un estado bueno de la cuenca podrá ser observado en 2015 (ICPDR, 2009b). Dentro del Plan de Manejo de la Cuenca, los países ribereños se comprometen a la restauración del río y a mantener la continuidad del hábitat (ICPDR, 2009a).

### **3.4.2 Estrategias de Restauración**

#### **Restauración Potencial del Río Danubio y sus principales tributarios**

Los cambios constantes en el río Danubio, ocasionados por las intervenciones humanas, han provocado cambios significativos en la hidromorfología del ecosistema del río y de sus llanuras de inundación (WWF, 2010a; Habersack, Jäger y Hauer, 2013). Además, la degradación ambiental ha provocado la pérdida de áreas de retención de

agua, que ayudaban a mitigar los riesgos de inundación, y la pérdida de humedales y los servicios que proporcionan. No obstante, se han desarrollado proyectos de restauración para conectar las zonas de inundación afectadas al río y sus tributarios (WWF, 2010a).

En 2010 se efectuó una evaluación para estimar los proyectos de restauración realizados, actuales y propuestos, con el fin de fomentar los esfuerzos y proponer nuevos sitios. En esta evaluación, se identificaron 439 sitios potenciales a restaurar (1,38 millones de ha) en la cuenca (WWF, 2010a). Sólo en la parte baja, sin tomar en cuenta el delta, se delimitaron 88 sitios potenciales (541,601 ha) (WWF, 2010a). Actualmente, los esfuerzos de restauración se realizan en toda la cuenca a través de diversos proyectos como el Corredor verde de la parte baja del Danubio. Estos proyectos están desarrollados tanto por la ICPDR como la WWF y diferentes ONGs a nivel nacional y local.

### **Corredor verde de la parte baja del Danubio**

Debido a que se ha reducido considerablemente el 70% de la capacidad de retención de las llanuras de inundación (WWF, 2010b), uno de los proyectos más importantes para la protección y restauración de los humedales es el corredor verde de la parte baja del Danubio (*Lower Danube Green Corridor- LDGC*) (WWF, 2010b). El corredor ecológico conecta las llanuras de inundación con los humedales, para así reducir el riesgo de inundaciones en zonas con asentamiento humano y realizar un manejo sustentable para beneficiar la economía local (WWF, 2010b). Las estrategias para alcanzar los objetivos son la protección y restauración de áreas con humedales a lo

largo de los últimos 1,000 km del río. Este proyecto fue firmado en el año 2000 en Rumania por los Ministerios de Bulgaria, República de Moldovia, Rumania y Ucrania. Los cuales acordaron que el LDGC se iba a componer de un mínimo de 773,166 ha de áreas protegidas, añadir 160,026 ha de áreas nuevas protegidas y proponer 223,608 ha para la restauración de llanuras de inundación y humedales (Declaration on the Cooperation for the Creation of a Lower Danube Green Corridor, 2000).

Hasta el 2010, los resultados indican que se ha logrado establecer una mayor área de conservación que las propuestas inicialmente (IUCN, 2010). Sin embargo, la restauración de humedales no ha mostrado la misma tendencia, dado que dentro de los metas esperadas, en 10 años solamente se ha logrado restaurar un 25% de las 223,608 ha. establecidas (IUCN, 2010). Actualmente, siguen elaborándose proyectos de restauración en la parte baja de la cuenca, los cuales se realizan a nivel nacional con un enfoque de cuenca. La tabla 3.4 describe algunos de estos proyectos.

**Tabla 3.4.** Algunos proyectos actuales nacionales de restauración (inspirado de: IUCN, 2010<sup>1</sup>; WWF, 2001<sup>2</sup>; WWF, 2010b<sup>3</sup>).

País	Acciones	Metas
<b>Bulgaria</b>	Restauración del Meandro en 3 tributarios del río	-
	Restauración exitosa de bosque natural de roble en las Islas del Danubio en Bulgaria <sup>2</sup>	-
<b>Rumania</b>	Restauración de 3, 680 ha de pólderes* y áreas piscícolas en Babina y Cernovca <sup>3</sup> .	Conectar con el régimen de inundaciones naturales
	Restauración de 950 ha en la Isla de Carasuhát <sup>3</sup> .	Reconexión con el río
<b>Ucrania</b>	Visión para la Protección y Restauración del Delta del Danubio	-
	Remoción de diques en 2003, de la isla Tataru y Ermakov en el Delta del Danubio <sup>1</sup> .	Restaurar el régimen de inundaciones naturales en un área de 800 ha. Introducción de vacas para el control de la vegetación.

### Grupo de Trabajo Esturión del Danubio

El esturión (*Huso sp.*) es un pez que se considera como una especie indicadora clave de calidad ecológica alta de la cuenca, debido a su sensibilidad a las presiones ambientales (ICPDR, 2009a). En la cuenca existen seis especies de esturiones nativos, de las cuales la beluga (*Huso huso*) es la más famosa por la producción de caviar y su tamaño de seis metros (ICPDR, 2014). La especie, representa un patrimonio cultural de la cuenca del Río Danubio y tiene un alta importancia económica (Holčík et al., 2006). Sin embargo, ésta y otras especies están amenazadas por diversos factores como las

presas que cortan el camino de migración y el drenaje de llanuras de inundación y humedales esenciales para la reproducción (WWF, 2011).

En 2011, la CE adoptó una estrategia para armonizar las políticas bajo un enfoque integral. Para alcanzar los objetivos propuestos, en 2012, se estableció el Grupo de Trabajo del Esturión del Danubio (*Danube Sturgeon Action Task – DSAT*). El objetivo principal de este grupo de trabajo es “asegurar las poblaciones viables del esturión y otras especies de peces nativos para el año 2020” (Sandu, Reinartz y Bloesch, 2013, p.6). Una de las medidas clave para alcanzar este objetivo es la conservación y restauración de las rutas de migración. La construcción de las presas *Iron Gates* cortan el paso migratorio hasta zonas importantes de reproducción y limita el territorio del Esturión a una sección de 863 km del río entre los *Iron Gates* y el mar Negro (ICPDR, 2013). Este proceso es complejo y su rehabilitación requiere décadas dado su ciclo de vida. Por tal motivo, es indispensable identificar, proteger y restaurar los diversos aspectos de este ciclo. Para cada región del Danubio se tienen identificadas diferentes estrategias con base a sus diferencias morfológicas y económicas de cada región (Sandu, Reinartz, y Bloesch, 2013). De acuerdo al programa de acción, los proyectos se siguen desarrollando hasta el 2020.

En conclusión, a través de los años, la cuenca del río Danubio ha sufrido diversas modificaciones al ser una importante vía de navegación y encontrarse en el corazón de Europa. Estos cambios realizados con fines económicos y sociales han alterado su ciclo hidrológico y su biodiversidad. Sin embargo, es un ejemplo importante de la cooperación integral transfronteriza a nivel de cuenca, sobre todo porque ha

demostrado la importancia de integrar las partes interesadas a nivel local, nacional e internacional. Las estrategias de restauración han mostrado resultados importantes dentro de las metas establecidas para la cuenca. Estas acciones siguen implementándose y actualizándose de acuerdo a las problemáticas actuales.

### **3.5 Cuenca del río Jordán**

La cuenca del río Jordán tiene un área de 18, 285 km<sup>2</sup> y está compartida entre Jordania (40%), Líbano (4%), Siria (37%), Palestina (Cisjordania y Gaza) (9%) e Israel (10%). Egipto también fue incluido por su localización en la desembocadura de la cuenca y su influencia en el mundo árabe (Wolf y Newton, 2008b). La figura 3.5 muestra la delimitación de la cuenca y los países incluidos.





**Figura 3.6.** Ubicación geográfica de la cuenca del río Jordán (modificado en: UNEP, 2001).

El río nace a 75 km arriba del lago Hula y desemboca en el mar muerto. La cuenca alberga aproximadamente 7.18 millones de habitantes y es una de las cuencas transfronterizas donde los conflictos políticos han provocado disputas entre los países ribereños. A pesar de la implementación de los tratados de paz, los cuales empezaron

en 1991, los problemas políticos o de recursos se han manejado separadamente, incluyendo los problemas relacionados con el agua (Wolf, Yoffe y Giordano, 2003; Wolf y Newton, 2008b). Por lo que el manejo de los recursos hídricos en esta zona es un aspecto de vital importancia para mitigar la degradación ambiental actual.

### **3.5.1 Problemática**

Los países Jordania, Siria e Israel extraen agua del río Jordán y otros tributarios, para uso agrícola. Para el desarrollo de estas actividades se realizaron, entre otros, la construcción de presas, redirección del agua y extracción para construir reservorios (Lipchin y Sandler, 2007). Este desarrollo de infraestructura provocó un cambio en la dinámica hidrológica, y como consecuencia la disminución del nivel de los acuíferos y del manto freático, y la degradación de la calidad de agua (Lipchin y Sandler, 2007). Por ejemplo, el río Jordán ya no se abastece del mar Galilea que era una fuente importante de abastecimiento. Además, en Cisjordania, la sobreexplotación de los acuíferos por parte de la Autoridad Palestina e Israel provocaron la degradación del agua y un decremento en el nivel del manto freático (Lipchin y Sandler, 2007).

Estas acciones han tenido un impacto negativo en el ambiente, se calcula que desde 1960 se ha removido del río Jordán 1,2 billones de m<sup>3</sup> del flujo anual. El desvío de agua también ha provocado la disminución de los niveles de agua del mar Muerto (aproximadamente 91.4 cm por año), ocasionando una degradación ambiental (Hammer, 2005). De hecho, se ha perdido aproximadamente 50% de la biodiversidad y el río se ha convertido en una vía de aguas residuales (Safier, 2011). La degradación

de la calidad de agua ha provocado que las aguas residuales se percolen hasta los acuíferos afectando al río Jordán y sus tributarios (Lipchin y Sandler, 2007).

Conjuntamente, uno de los principales problemas que enfrenta la cuenca es el continuo mal manejo de la misma respecto a la calidad y cantidad de los recursos hídricos (Biswas y Tortajada, 2011; Comair, et al., 2013a). Además, los conflictos políticos entre Israel y Palestina han ocasionado que el manejo de los recursos acuáticos sea un trabajo difícil (Lipchin y Sandler, 2007). Sin embargo, la colaboración entre los estados por los recursos hídricos puede contribuir a la disminución de las tensiones políticas. Específicamente, el foro de discusión sobre preocupaciones del agua permite llegar a unos acuerdos técnicos que demuestran el potencial de colaboración entre los estados en conflicto (Wolf y Newton, 2008b).

### **3.5.2 Estrategias de Restauración**

#### **Proyectos a nivel local**

Existen algunos proyectos enfocados a la restauración y rehabilitación de los ríos y arroyos, sobre todo en Israel. Estos proyectos están desarrollados por ministerios a nivel federal como organizaciones no gubernamentales. Entre ellas se encuentra *Keren Kayemeth LeIsrael -Jewish National Fund* (KKL-JNF) la cual se encarga de la rehabilitación de ríos contaminados. Entre las estrategias que maneja se encuentra la remoción de contaminantes, restauración escénica, conservación del suelo, e infraestructura para recreación en la naturaleza. Además, una de las acciones para

lograr la rehabilitación del río es la restauración del flujo del canal y ampliación de las riberas (KKL-JNF, 2014).

Otra Institución a nivel federal que tiene como responsabilidad proyectos de restauración es el Ministerio de Israel de la Protección del Medio Ambiente. La cual está encargada de elaborar una política integrada a nivel nacional para la protección al medio ambiente. Entre las temáticas que trabaja se encuentra la restauración de ríos y arroyos, de los cuales 16 ríos principales fluyen al Mar Mediterráneo y 15 al río Jordán y el Mar de Galilea (Israel Ministry of Environmental Protection, 2013). El Ministerio que opera tanto a nivel nacional como internacional, forma parte del proyecto sobre la Rehabilitación de la Parte Baja del Río Jordán (Israel Ministry of Environmental Protection, 2013).

### **Rehabilitación ecológica de la parte baja del río Jordán**

En 2010 los Ministerios de Medio Ambiente y de Cooperación Regional de Israel acordaron desarrollar un plan maestro integral para la parte baja del río Jordán. El proyecto fue propuesto por las organizaciones internacionales Amigos del Medio Oriente (*Friends of the Earth Middle East - FoEME*) y la Organización del Medio Ambiente y del Desarrollo de la Mujer (*Women's Environment and Development Organization - WEDO*). El objetivo principal fue construir un consenso y promover la cooperación sustentable entre Jordania, Israel y Palestina a través de un enfoque de manejo integral de cuencas en la parte Baja del río Jordán. Este enfoque persigue establecer:

- ❖ los flujos de agua,
- ❖ las normas de calidad,
- ❖ soluciones para el tratamiento de las fuentes de contaminación,
- ❖ programas de restauración y conservación,
- ❖ implementación de corredores biológicos, y
- ❖ desarrollo de infraestructura para el ecoturismo en la Parte Baja del río Jordán (WEDO/FoEME, 2013).

Se propone integrar estas estrategias en un plan maestro y así concertar un plan único con la información recopilada de los estudios realizados. El propósito es utilizar este plan como herramienta entre las partes interesadas, la UE y otros actores de la comunidad internacional y así aumentar la posibilidad de ejecución de algunas o todas las propuestas del plan maestro.

En 2012, la UE financió el primer plan maestro integral a nivel regional "Plan Director de Amigos de la Tierra : una visión para el bajo Jordán". El cual tiene como objetivo armonizar y convenir el plan de Israel con los planes de desarrollo de Jordania y Palestina (WEDO/FoEME, 2013).

Una de las estrategias de restauración ecológica del río Jordán es aumentar el flujo de agua del río. Se propone un flujo mínimo de 400 millones de m<sup>3</sup>/año , aumentando la concentración con el tiempo a 600 millones de m<sup>3</sup>/año, y manejando una salinidad máxima de 750 mg/l (Safier, 2011).

Asimismo, se propone un evento de inundación que se realizará anualmente, para reducir la salinidad del río a no más de 750 ppm. En otras palabras el agua que se regresará al río necesita tener una calidad de agua alta. Las prácticas propuestas son: la eliminación de la mayoría de las perturbaciones, restauración de la estructura y función del río, recuperación de la vegetación ribereña y restauración de las comunidades de flora y fauna, para alcanzar la integridad del ecosistema (Gafny et al., 2010). El proyecto está actualmente en proceso de realización; en 2013 se realizaron las primeras etapas del proyecto, donde la Autoridad de Agua de Israel empezó a bombear agua del Lago Kinneret en el sur del río Jordán (FoEME, 2013b).

### **El proyecto de “RDC” (Red Sea- Dead Sea water conveyance)**

El mar muerto se ubica dentro de la cuenca del río Jordán y ha experimentado problemas ambientales como disminución de nivel y salinización. La conducción del mar rojo al mar muerto es un proyecto que tiene como objetivo salvar al mar muerto de la degradación ambiental, desalinizar el agua y producir electricidad mediante la construcción de un conducto que transporte agua del mar rojo al mar muerto (The World Bank Group, 2013a). En 2008 el banco mundial desarrolló y financió un programa de estudio sobre este proyecto, donde se desarrollaron estudios de factibilidad, evaluación ambiental y social, así como las posibles alternativas (The World Bank Group, 2013b). Sin embargo, las ONGs EcoPeace/FoEME insta a los gobiernos de Jordania, Israel y Palestina a rechazar este proyecto, al considerar que mezclar dos mares puede traer daños irreversibles al ambiente y causar un desequilibrio político por

deudas públicas (FoEME, 2013a). Dadas estas controversias actualmente el proyecto sigue en evaluación.

En síntesis, la cuenca está caracterizada por los conflictos políticos que han limitado la buena gestión de sus recursos hídricos. No obstante, se han desarrollado proyectos de restauración a nivel nacional e internacional. La organización FoEME ha propuesto los proyectos a nivel internacional para fomentar la cooperación entre los estados ribereños. Aunque el proceso es complicado, poco a poco se observan resultados positivos a nivel local.

### **3.6 Cuencas del volcán Tacana**

El volcán Tacaná, de una altura de 4,093 m, se encuentra en un área compartida por Guatemala y México (UICN, 2012). Dos ríos fluyen a partir de este volcán y forman las cuencas regionales. Más específicamente, las cuencas del río Coatán y del río Suchiate se extienden a través del departamento de San Marcos, en Guatemala, y del estado de Chiapas, en México (IUCN, 2009; UICN; 2012). La figura 3.7 indica las divisiones de la cuenca en relación a la frontera internacional.



**Figura 3.7.** Mapa de las cuencas del volcán Tacaná (modificado de: IUCN, 2012).

Los ríos Coatlán y Suchiate fluyen hacia sitios protegidos bajo la convención de Ramsar que se encuentran a ambos lados de la frontera. La biodiversidad y el grado de endemismo de la región es representativo de unos de los *hotspots* más importantes del mundo (IUCN, 2009). La región del volcán Tacaná fue declarado una reserva de la biosfera UNESCO, en 2006, por su importancia en términos de biodiversidad y endemismo (SEMARNAT y CONANP, 2013). Las cuencas del Tacaná contienen la región mas importante de producción de café en los dos países. Esta región se extiende ambos lados de la frontera y la producción agrícola que se encuentra es la base de la



economía local (IUCN, 2009). Además, estas cuencas son un suministro importante de agua para las actividades desarrolladas por las comunidades.

### **3.6.1 Problemática**

La falta de agua, durante la época de sequías, afecta la economía de la región debido a que el agua de la cuenca es utilizada principalmente para la irrigación, el consumo humano y actividades agrícolas (IUCN, 2009; UICN, 2012). En México, el 54% de las aguas se utilizan para el riego, 26% para consumo humano y 10% para ganadería. El uso en Guatemala consiste también en el riego y uso doméstico pero a una menor escala (IUCN, 2009; UICN, 2012).

El aspecto negativo del desarrollo agrícola viene de la deforestación por los productores más pobres que deben convertir el bosque para el cultivo (IUCN, 2009). El cambio de uso de suelo aumenta la erosión y el riesgo de inundaciones y deslizamientos de tierra. Además, la agricultura intensiva contribuye a la contaminación de los cursos de agua y de la cuenca en general (IUCN, 2009; UICN, 2012). La deforestación y la contaminación no son los únicos factores que definen la problemática de la cuenca pero más bien los resultados de las deficiencias en el sistema de manejo ambiental y el alto margen de pobreza. Por lo tanto, las partes interesadas acordaron trabajar hacia un plan manejo integrado de cuenca para aumentar las posibilidades combatir la pobreza, la degradación ambiental y inequidad social. (IUCN, 2009).

Dada estas circunstancias la iniciativa de Agua y Naturaleza (*Water and Nature Initiative* –WANI) comenzó un proyecto piloto para promover la gestión integrada de los

recursos hídricos en la región. Se realizaron diversos proyectos en los dos países basados en medios de vida sostenibles y conservación ambiental. Más detalladamente se desarrollaron 86 proyectos por grupos comunitarios piloto en Guatemala y 21 en México. Entre estos proyectos resalta la participación de las mujeres, las cuales representan el 90% de este grupo. El enfoque principal de estos proyectos es la restauración ambiental para la seguridad de los medios de vida. El objetivo principal del proyecto era "optimizar los beneficios ofrecidos por el agua dulce, los suelos y los ecosistemas asociados a las poblaciones dentro del área del proyecto mientras sus valores intrínsecos están conservados y restaurados" (IUCN, 2009).

El proyecto se dividió en cinco partes para alcanzar el objetivo principal :

- ❖ Consolidar mecanismos para la coordinación y el manejo de recursos de agua bajo un enfoque comprensivo,
- ❖ Recopilar información para la elaboración de planes comprensivos de manejo de cuencas,
- ❖ Implementar una estrategia para aumentar la conciencia y el intercambio de información,
- ❖ Construir alianzas estratégicas para la implementación de planes de manejo a corto, medio y largo plazo, e
- ❖ Iniciar actividades pilotos para implementar las prioridades de los planes de manejo.

Diversos grupos y autoridades participaron en la realización de este proyecto. Entre ellos se encuentran: las comunidades y sus consejos municipales, los gobiernos de Guatemala y México, la IUCN, Tapachula Water, COAPATAP, el consejo municipal de Tuxtla Chico, UNESCO y la Fundación Gonzalo Rio Arronte (UICN, 2009). Después de cuatro años de trabajo se invirtieron 18 millones de dólares americanos para llevar a cabo el proyecto. Dentro de las intervenciones realizadas en la iniciativa relacionadas a la restauración se hicieron dos proyectos de restauración ecológica en la parte alta de las cuencas de los ríos Coatán y Suchiate (UICN, 2012).

### **3.6.2 Estrategias de restauración**

Entre los proyectos de restauración se encuentra “Sucesión Vegetal Secundaria y Propuesta para la Restauración Ecológica de áreas Potenciales para Pinabetes (*Abies guatemalensis Rader*)”. Este proyecto se realizó en 2006 en colaboración con la UICN, la Universidad de San Carlos de Guatemala (USAC), y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONCYT). Gracias al proyecto TACANA I se realizaron proyectos de sucesión y restauración ecológica en la parte alta de las cuencas de los ríos Suchiate y Coatán (UICN, 2012). Las acciones realizadas estaban enfocadas a la restauración forestal en un área donde predomina el pinabete una especie catalogada “en peligro” en la lista roja de la UICN (IUCN, 2013). Mientras que en la ley de Áreas Protegidas de Guatemala, el estatus del Pinabete es en peligro de extinción (UICN, 2012). La principal problemática del lugar está dada por el pastoreo de ovejas, la demanda de leña para viviendas y cocción de alimentos, y el cambio de uso de suelo de bosque a zonas agrícolas (UICN, 2012). Con el fomento de la restauración forestal se buscó recuperar

la zonas degradadas, aumentar la cobertura forestal y restaurar ecosistemas para restablecer su función de regulación hidrológica. Además, se buscó promover actividades productivas en plantaciones voluntarias para el aprovechamiento del pinabete con fines comerciales (UICN, 2012). Anteriormente, se habían realizado prácticas de reforestación, la diferencia con este proyecto es el enfoque de restauración ecológica. Donde uno de los métodos utilizados para asegurar la sobrevivencia de las plántulas es el uso de especies nodrizas. Por ejemplo: se plantó el pinabete bajo la cobertura de cuatro arbustos de altura baja y dos arbustos de altura alta (Martínez, 2012).

En 2012 se realizó una evaluación de la sucesión y restauración forestal por parte de la CONCYT. Los resultados mostraron un porcentaje de pegue  $84\% \pm 5.42$  después de un año de establecimiento y en reforestaciones convencionales en el mismo periodo  $24\% \pm 17.38$  (UICN, 2012b). Estos resultados demostraron la eficacia y la importancia de la restauración ecológica.

En síntesis la zona es un ejemplo importante del comienzo en la gestión de los recursos hídricos. El proyecto Tacaná fue un factor clave para el éxito de los proyectos de restauración y el fomento del desarrollo sostenible en las comunidades a nivel de microcuenca. La meta final de este proyecto es involucrar las partes interesadas en un proceso de manejo integrado a un nivel de cuenca.

## **CAPÍTULO 4. ANÁLISIS DE LAS OPORTUNIDADES Y RETOS DE LAS PRÁCTICAS DE RESTAURACIÓN**

### **4.1 Revisión de los factores potenciales que determinan la aplicación de las prácticas de restauración**

La restauración ecológica es un elemento clave para recuperar los ecosistemas degradados; dentro del manejo de cuencas transfronterizas es un componente esencial para restaurar los ecosistemas y servicios ecológicos que nos proporcionan. Desde una perspectiva socioeconómica, puede fungir un papel importante para la economía y el bienestar humano, de acuerdo con los principios del desarrollo sustentable.

Dentro de este contexto, la conservación de ecosistemas parece ser una práctica importante y que implica menos inversión en comparación con las prácticas de restauración. No obstante, Nellemann y Corcoran, (2010) indican que las áreas naturales protegidas abarcan solamente el 13% de la superficie terrestre y 6% de la zona costera, y muchas de ellas no cuentan con un buen manejo. Del territorio restante, casi un tercio de los ecosistemas a nivel mundial han sido modificados por actividades humanas. Este aumento en la degradación señala la importancia de restaurar y mejorar el manejo de los ecosistemas (Nellemann y Corcoran, 2010).

No obstante, la aplicación de las prácticas de restauración no garantiza el cumplimiento de los objetivos planteados. Con base en esto, la SER (2004) propuso nueve atributos clave como base para determinar si la restauración ha sido alcanzada. Los nueve atributos propuestos que deben tener los ecosistemas restaurados son:

1. Un conjunto característico de especies que habitan en el ecosistema de referencia y proveen una estructura apropiada de la comunidad.
2. Especies autóctonas hasta el grado máximo factible.
3. Se encuentran representados, todos los grupos necesarios para el desarrollo y/o estabilidad continua o los grupos faltantes tienen el potencial de colonizar por medios naturales.
4. El ambiente físico tiene la capacidad de sostener poblaciones reproductivas de las especies necesarias para su estabilidad o desarrollo a la trayectoria deseada.
5. Aparentemente funciona normalmente de acuerdo con su estado ecológico de desarrollo y no hay señales de disfunción.
6. Interacción a través de flujos o intercambios bióticos y abióticos.
7. Eliminación o reducción, tanto como sea posible, de las amenazas.
8. Capacidad de recuperación para soportar los acontecimientos periódicos y normales del ambiente local.
9. Autosostenible, al mismo grado que su ecosistema de referencia.

Un aspecto importante a considerar es que la presencia de atributos en el ecosistema restaurado pueden variar. En otras palabras, no tienen que estar presentes los nueve atributos, simplemente pueden mostrar la trayectoria deseada respecto a la referencia o

las metas establecidas. Además pueden agregarse otros atributos que estén identificados como metas de restauración (SER, 2004).

En las cuencas, las actividades de restauración pueden establecerse a diferentes escalas las cuales se enfocan generalmente a ríos o arroyos. La implementación de estas prácticas en el río puede ayudar a mantener y mejorar los servicios ecológicos, su curso y los ecosistemas costeros (Palmer, et al., 2005). Sin embargo, actividades de restauración implementadas sin considerar la escala pueden ocasionar dificultades en la obtención de los resultados esperados. Por ello, las estrategias de restauración deben desarrollarse a la misma escala que los problemas ambientales, para tomar en cuenta el alcance completo de las fuentes de degradación y los impactos inducidos por ellas. Bernhardt y Palmer (2011) mencionan que muchos proyectos de restauración suelen realizarse a una menor escala y estar aislados, lo que puede ocasionar que la restauración de ríos y arroyos no mitigue los problemas de la cuenca.

De esta manera se observa que así como no existe una metodología establecida para aplicar las medidas de restauración ecológica, tampoco existe una para la evaluación de sus resultados. De hecho, es importante considerar que el estado de conocimiento científico evoluciona y por lo tanto, la restauración ecológica es una actividad que está en reforma (Palmer, 2008).

Wortley, Hero y Howes (2013) mencionan que para poder utilizar la restauración como elemento clave en el manejo de recursos, es crucial establecer una evaluación del éxito de los proyectos y conocer los impactos/ beneficios que puede generar. Hasta el momento se han realizado diversos análisis sobre la cooperación en el manejo de los

recursos hídricos compartidos en cuencas. Dentro de estos análisis se destacan diversos factores que pueden fomentar la cooperación para el manejo o para la resolución de conflictos en la cuenca, los cuales podrían facilitar la implementación de estrategias de restauración. Entre ellos se pueden mencionar:

- ❖ La importancia de la participación de los países ribereños (Darakas, 2002; Uitto y Duda, 2002; Dieperink, 2009). En este aspecto, la participación no reside solamente en determinar el uso del agua, si no también en mejorar su calidad y la protección de ecosistemas (Darakas, 2002). De esta manera, promover actividades como la restauración, que pueden ayudar a mitigar los problemas ambientales.
- ❖ La implementación de tratados o convenciones a nivel de cuenca pueden ayudar a establecer las normas y derechos de los países que comparten la cuenca, lo cual favorece la cooperación y el manejo de los recursos. (Wolf, et al., 2005; Findlay y Telford, 2006; UN, 2009b; Gerlak y Schmeier, 2013).
- ❖ El establecimiento de comisiones conjuntas u RBOs que faciliten la cooperación e involucren a los países que comparten la cuenca (Wolf, et al., 2005; Findlay y Telford, 2006; UN, 2009b; Gerlak y Schmeier, 2013). Cuando las comisiones conjuntas son establecidas, desarrollan un papel determinante tanto a nivel local como de cuenca. Estas comisiones que fungen un papel de intermediario, pueden promover la restauración como actividades dentro del manejo de recursos.

En los casos de estudio analizados en este trabajo se destaca que en las cuencas de los Grandes Lagos, del río Rin, y del Danubio, existe una participación de los países



ribereños, una convención o tratado enfocados al manejo y restauración de los recursos, así como una comisión conjunta encargada en aplicar dichos tratados y coordinar las partes interesadas.. Esto ha permitido que el manejo de los recursos hídricos en la cuenca tenga resultados favorables. Además, se caracterizan por tener planes de manejo con un enfoque integral a nivel de cuenca, donde se determinan las metas para mitigar la degradación ambiental respectiva a cada una.

En estos planes de manejo se proponen las metas que incluyen estrategias de restauración. De hecho, Roni et al. (2002) menciona que en diversos planes de manejo la restauración de cuencas es un componente clave. Las estrategias de restauración aplicadas en lo casos de estudios analizados en el capítulo 3 varían en el enfoque aplicado. Las cuencas que aplicaron las prácticas de restauración a nivel de cuenca son la Cuenca del río Rin, Danubio y Grandes Lagos.

La cuenca de los Grandes Lagos se caracteriza por la cooperación de los países ribereños y por desarrollar AOCs donde se enfocan principalmente las estrategias de restauración. Esta estrategia se ha desarrollado desde 1987 gracias al GLWQA y la IJC, así como ONGs. En la actualidad, se han podido contabilizar los logros de los esfuerzos de restauración.

Las estrategias de restauración de las cuencas del río Rin y del río Danubio se han implementado también desde hace algunos años. La colaboración de las comisiones a nivel de cuenca, la ICPR y la ICPDR, así como la participación de ONGs y de la población permitió la realización de las actividades de restauración. Las cuales desarrollaron proyectos desde 1987 y 1991, respectivamente. Se han observado

resultados de estos esfuerzos desde su comienzo, pero el alcance de los objetivos específicos es un proceso a largo plazo.

Con lo mencionado anteriormente se podría inferir que algunos proyectos de restauración requieren tiempo para poder observar resultados que indiquen el cumplimiento favorable de las metas planteadas. De hecho, la duración del calendario de ejecución depende del entendimiento de los procesos y los ecosistemas, tanto espacialmente como temporalmente (Wissmar, 1998). Por lo tanto, la realización de proyectos de restauración no implica solamente acciones en el campo sino también varias etapas precedentes que permitan conocer el estado del ecosistema, identificar los objetivos específicos y elaborar un plan de acción.

Las cuencas que no presentaron tratados o convenciones sobre las problemáticas ambientales son: río Jordán, río Bravo/Grande y las cuencas asociadas al volcán Tacaná. Las dos primeras se caracterizan por conflictos políticos que disminuyen la eficacia en la cooperación internacional. Lo que ha provocado que los problemas ambientales no se encuentre dentro de las prioridades políticas.

La problemática del río Bravo/Grande esta basada principalmente en la cantidad de agua. Esto genera un conflicto importante que deja un lado la calidad de los cuerpo de agua compartidos.

En el caso de Jordán los conflictos políticos son generados por cuestiones que van más de allá del compartir recursos. Recientemente los obstáculos principales del proceso ambiental han sido determinados por la situación económica y geopolítica (Tal et al., 2010b). Lo que ha provocado la falta de un sistema adecuado de manejo del medio

ambiente y esto a su vez ha ocasionado la degradación de los recursos a nivel de cuenca.

Respecto a las cuencas de los volcanes del Tacaná la falta de un acuerdo se desprende en parte por marginalización de las entidades gubernamentales; en este caso, específicamente la pobreza y el analfabetismo para la organización de las comunidades locales.

Un aspecto a resaltar en estas tres cuencas es la implementación de estrategias de restauración fuera de cualquier tratado internacional y RBOs que las gestione. En el caso del Proyecto Tacaná tuvo resultados en sus esfuerzos de restauración pero a nivel de microcuenca. Mientras que en las cuenca del río Bravo/ Grande las acciones fueron a nivel local.

Sin embargo, tienen una característica en común, la cual es que los proyectos fueron gestionados por ONGs internacionales. Entre ellas, se encuentran la WWF y UICN reconocidas por la implementación de proyectos enfocados a la conservación, desarrollo sustentable y restauración a nivel mundial. Para el caso de la cuenca Jordán la ONG FoEME fue la encargada de implementar las estrategias de restauración.

#### **4.2 Organizaciones y actores implicados en la restauración**

Un aspecto importante a resaltar en las cuencas con tratados es el tiempo que tomó desarrollar mecanismos de cooperación a nivel internacional. En la cuenca de Canadá y E.U.A. el tratado de aguas fronterizas se realizó en 1905, en el Danubio en 1985 y en el Rin se realizaron consultaciones informales sobre la calidad de agua en 1950. Además,

en los tratados se propone el GIRH a nivel de cuenca y la integración de los países ribereños.

Otro aspecto en común es el establecimiento de una comisión para gestionar y manejar los problemas ambientales concernientes a la cuenca. En los Grandes Lagos, la IJC, en Rin la ICPR y en Danubio, la ICPDR. Estas comisiones están encargadas, entre otros aspectos, de aplicar lo establecido en las convenciones o tratados e incluyen a casi todos los países ribereños, como es el caso de la ICPR y ICPDR. Estas tres comisiones son las encargadas de gestionar los esfuerzos de restauración tanto a nivel internacional, nacional y local, así como integrar las partes interesadas.

De acuerdo a la UN (2009b), las comisiones conjuntas pueden incluir elementos como conferencia de las partes, plenaria de la comisión, delegación de las partes, presidente de la comisión, grupos de trabajo, grupos de expertos y observadores. Estos elementos se sustentan con la estructura organizacional de las comisiones de las cuencas del río Rin (ICPR) y Danubio (ICPDR). Las cuales están formadas por un presidente, una secretaría, los delegados de cada país y los grupos de trabajo. En el caso del ICPDR el presidente se seleccionan cada año y la presidencia se pasa de un país a otro en orden alfabético. Mientras que en el ICPR alterna cada tres años. Los delegados representan a los países firmantes de la convención y por lo tanto son las partes contratantes. Para facilitar la coordinación, actualización y publicación de datos y resultados disponibles para cada país se estableció una secretaría. En el caso del Rin estas funciones se dividen entre su secretaría y un grupo de trabajo estratégico. Las comisiones tienen reuniones al menos una vez al año en las que se incluyen al presidente de la comisión y

las partes contratantes, así como las organizaciones observadoras. En estas reuniones se discuten las problemáticas de la cuenca, así como el manejo de la organización.

Otro aspecto en común entre las dos comisiones son los grupos de trabajo, los cuales se especializan en las problemáticas relativas a la cuenca. Éstos analizan, diagnostican y proponen soluciones de acuerdo al plan de manejo y la convención firmada. Por ejemplo, dado que una de las principales problemáticas son las inundaciones, tanto la ICPR como el ICPDR, tienen un grupo de trabajo enfocado al riesgo de este desastre natural.

A pesar de que estas dos comisiones no tienen exactamente la misma estructura organizacional, se componen de dos elementos importantes: los que toman las decisiones y los cuerpos de trabajo, los cuales aseguran la continuidad y la consistencia de las actividades así como la implementación de las decisiones (UN, 2009b). Dieperink (2009) menciona que las negociaciones en la cuenca Rin han mostrado un diálogo constructivo y por lo tanto la organización no requiere características supranacionales.

En el caso de la comisión de los Grandes Lagos la IJC, su organización es menos compleja porque sólo existen dos países ribereños. De hecho, se compone de una sección canadiense y una sección estadounidense. Existe también un buró regional enfocado a los Grandes Lagos. La aplicación de las estrategias de restauración fue establecida no sólo por la comisión sino también por ONGs y otras partes interesadas. Sin embargo, es importante destacar que las comisiones son las que desarrollan mecanismos para asegurar la participación pública (UN, 2009b).

Por otra parte, cuando no hay un tratado o una convención, una ONG o institución internacional puede servir como mediador. Por ejemplo, cuando no hay confianza y no existe un diálogo abierto entre los países, una ONG puede fomentar la participación de cada estado, lo que puede servir como base para la cooperación de los países ribereños (UN, 2009b).

Tal es el caso de la cuenca Jordán donde la ONG FoEME está fomentando la cooperación entre Jordania, Palestina e Israel. Esta organización tiene como objetivo promover los esfuerzos para proteger el ambiente, suscitar el desarrollo sustentable y las condiciones para la paz entre estos países. Su estrategia es promover el desarrollo a nivel regional, contratando investigadores provenientes de los países implicados con el objetivo de tener un mejor entendimiento de la problemática local. Para así desarrollar estrategias regionales e influir a los tomadores de decisiones medios de comunicación y público en general (FoEME, 2014). Una vez que tienen un enfoque general de la problemática, los investigadores transmiten la información a sus países correspondientes. Además, toman en cuenta no sólo los aspectos políticos, sino también los religiosos. Por ejemplo, desarrollaron información sobre la importancia del Río Jordán para cada una de las religiones dominantes de cada país, Cristianismo, Islam y Judaísmo.

En las cuencas del volcán Tacaná, la UICN fungió como intermediario en el proyecto Tacaná, trabajando a nivel de microcuenca y encargándose de coordinar las comunidades y las autoridades regionales para realizar las actividades de restauración. Su estrategia es promover proyectos sustentables para involucrar las comunidades

marginalizadas y asegurar la calidad de los servicios ecológicos esenciales al mantenimiento de su calidad de vida (UICN, 2012a).

Finalmente, la WWF coordinó a las partes interesadas a nivel local y binacional en la aplicación de proyectos de restauración en la cuenca del río Bravo/Grande. Los aspectos que comparte con el proyecto Tacaná, fue que las acciones de restauración se realizaron a nivel de microcuenca y con la participación de las comunidades locales.

### **4.3 Limitaciones y oportunidades en los esfuerzos de restauración**

En el caso de la cuenca del río Jordán los conflictos políticos no han facilitado la cooperación entre los países ribereños. Esto afecta no sólo el manejo de los recursos compartidos en la cuenca sino también la aplicación de estrategias de restauración, como por ejemplo la restauración de arroyos (Tal, et al., 2010b). No obstante, la cooperación en las estrategias de restauración puede generar beneficios como fomento de la confianza y la reducción de conflictos (Tal, et al., 2010b).

En el caso de las cuencas del Río Bravo/Grande y Jordán, un factor común que tienen son los conflictos políticos. En la cuenca del Río Bravo/ Grande el problema es la cantidad de agua que a cada país le corresponde, y por lo tanto es una temática más importante que aquellas relacionadas a los problemas ambientales.

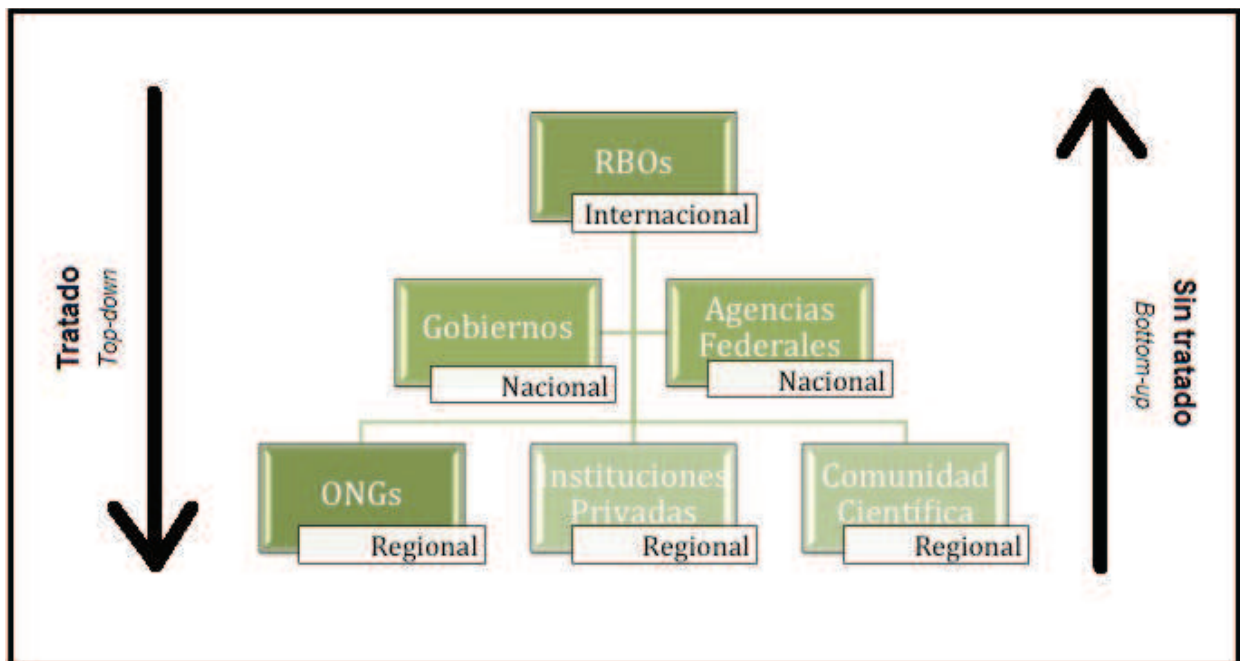
La falta de acuerdos en las cuencas del río Bravo/Grande, río Jordán y las cuencas asociadas al volcán Tacaná puede ser un factor para la continua degradación de los ecosistemas de la cuenca.

A pesar de las dificultades y limitaciones que presentan actualmente se puede esperar resultados favorables respecto a la restauración. Dado que las partes interesadas de las tres cuencas, tanto a nivel local como nacional, han mostrado un interés en implementar acciones de restauración. Lo que sugiere un interés en la degradación ambiental de la cuenca. El aumento de preocupaciones relacionadas al desarrollo sustentable y la restauración de la cuenca son señales que las políticas ambientales internacionales están siendo consideradas seriamente (Donahue y Klaver, 2009).

La obtención de resultados positivos fomenta la elaboración de planes más amplios y la continuación de esfuerzos de restauración. Para los casos donde no existen planes desarrollados, puede ser una estrategia para la integración de las comunidades locales, ONGs y autoridades gubernamentales.

De acuerdo con lo que se observó en los casos de estudios, se proponen los siguientes modelos basados en estructuras organizacionales ya establecidas para determinar el proceso de implementación de las estrategias de restauración y el manejo de los recursos hídricos. Estos modelos son *top-down* y *bottom-up*, y se definieron de acuerdo a presencia o ausencia de un tratado. Una versión simplificada de los modelos se presenta en la figura 4.1.





**Figura 4.1.** Esquema de los modelos de gestión *top-down* y *bottom-up*.

Con estos modelos, se puede observar que con la implementación del tratado, generalmente se propone una comisión que se encarga de aplicar lo establecido en el acuerdo. Generalmente, se incluyen los objetivos o áreas que requieran restauración en este acuerdo. La comisión genera las estrategias desde un enfoque de cuenca y coordina a los gobiernos de los países ribereños incluyendo, en ocasiones, las agencias encargadas de la gestión del medio ambiente. Una vez establecida la cooperación con los gobiernos, se coordina a las partes interesadas del nivel regional. Entre ellas, se puede encontrar ONGs, poblaciones locales, instituciones privadas y la comunidad científica. La participación de las partes interesadas a nivel regional es primordial, debido a que las acciones de restauración se realizan, generalmente, a nivel local.

Cuando no existe tratado, las estrategias pueden desarrollarse de manera *bottom-up*. Las ONGs generan información sobre la problemática de la cuenca. Generalmente, estas organizaciones tratan de integrar a las partes interesadas desde un nivel local o regional. Una vez establecido un preámbulo de la problemática y las posibles estrategias para combatirla, se presentan a los gobiernos o instituciones federales de cada estado ribereño. Una vez que se logra la coordinación de los países, se pueden proponer acuerdos para gestionar y manejar las problemáticas ambiental de la cuenca. Después, se puede establecer una RBO para que implemente lo que se integro en dichos acuerdos. De esta manera la gestión e implementación de estrategias de restauración se puede convertir en un modelo *top-down*.

A pesar de que estos modelos son muy generales y pueden carecer de algunos componentes, pueden servir como un preámbulo o estrategia para la aplicación de las acciones de restauración en cuencas transfronterizas.

## **CONCLUSIONES**

Con la información recopilada sobre las estrategias de restauración en las cuencas transfronterizas se pudo obtener un preámbulo general e identificar algunos de los componentes indispensables para la implementación de acciones de restauración. Se observó que el tiempo de cooperación entre los países ribereños es un factor importante para la existencia de un plan estratégico enfocado a la restauración. Esto permite afirmar que la cooperación es uno de los factores importantes en el manejo de los recursos hídricos.

Tal participación no incluye solamente a los países ribereños, si no también a las partes interesadas como ONGs y las comunidades locales. Estos factores refuerzan la implementación de las estrategias de restauración.

Para poder establecer la cooperación se requiere un mediador. En ocasiones se realiza a través de convenciones o tratados; éstos pueden llevar a la implementación de una comisión como es el caso de la cuenca de los Grandes Lagos y de los ríos Rin y Danubio. En estos ejemplos la comisión no sólo funge un papel de intermediario sino también es la encargada de aplicar lo establecido en los tratados y coordinar a las partes implicadas. Además, es responsable de desarrollar un plan de acción a nivel de cuenca donde se establecen las acciones de restauración.

No obstante, se observó que en aquellas cuencas donde no existe una comisión o un tratado, como la cuencas del Tacaná, Jordán y el río Bravo/Grande, es posible implementar proyectos de restauración. Esto podría indicar que lo importante no es el

establecimiento de una comisión sino un organismo que coordine y fomente la cooperación de las partes implicadas.

Las acciones realizadas a nivel local con un enfoque integral pueden fomentar la cooperación internacional y colaborar a la resolución de conflictos políticos. Cuando no existen tratados, la implementación de acciones como la restauración pueden ayudar a fomentar la cooperación. Por consiguiente esta colaboración puede aumentar la probabilidad de establecer un acuerdo o un tratado sobre el manejo de la cuenca compartida.

La restauración es un resultado concreto de la cooperación entre las partes interesadas de la cuenca compartida. La realización de estas acciones es un proceso que puede requerir tiempo dependiendo del nivel de intervención en que se pretenda realizar. La falta de una cantidad adecuada de información detallada sobre las acciones de restauración en todas las cuencas, dificultó la profundización del análisis al nivel necesario para alcanzar plenamente el objetivo principal. El intercambio y la facilidad al acceso de los resultados de restauración, sin importar su enfoque, pudiera ser una solución para complementar el análisis.

## REFERENCIAS

- Aguilar, G. y Iza, A., 2009. *Gobernanza de Aguas Compartidas. Aspectos Jurídicos e Institucionales*. Gland: UICN, Serie de Política y Derecho Ambiental No. 58 rev.
- Allan, J.D. y Castillo, M.M., 2007. *Stream Ecology structure and function of running waters*. 2da ed. Dordrecht: Springer.
- Allardice, D.R. y Thorp, S., 1995. A Changing Great Lakes Economy: Economic and Environmental Linkages. En: SOLEC. *State of the Lakes Ecosystem Conference Backgroun Paper*. August 1995. Environment Canada y United States Environmental Protection Agency.
- Aparicio, J. y Hidalgo, J., 2004. Water Resources Management at the Mexican Borders. *Water International*, 29(3), pp.362–74.
- Bernhardt E. S. y Palmer M. A., 2011. River restoration: the fuzzy logic of repairing reaches to reverse catchment scale degradation. *Ecological Applications*, 21 (6), pp 1926-31.
- Bij de Vaate A., Breukel R. y Van der Velde G., 2006. Long-term developments in ecological rehabilitation of the main distributaries in the Rhine delta: fish and macroinvertebrates. *Hydrobiologia*, 565, 229-42.
- Biswas, A.K. y Tortajada, C., 2011. Water Quality Management: An Introductory Framework. *International Journal of Water Resources Development*, 27(1), pp.5–11.
- Bolscher, T., Van Slobbe, E., Van Vliet, M. T. H. y Werners S. E. 2013. Adaptation Turning Points in River Restoration? The Rhine Salmon Case. *Sustainability*, 5, p. 2288-2304
- Bos, R., Caudill, C., Chilton, J., Douglas, E.M., Meybeck, M. y Prager, D., 2005. Fresh Water. En: F. Rijsberman, R. Costanza y P. Jacobi, eds., *Ecosystems and Human Well-being : Current State and Trends*. Washington: Island Press., pp.187–204.
- Bradshaw A.D., 1996. Underlying principles of restoration. *Journal canadien des sciences halieutiques et aquatiques*, 53(1), pp 3-9
- Brenner, T., Buijse, A. D., Lauff, M., Luquet, J. F. y Staub, E., 2004. The Present Status of the River Rhine with Special Emphasis on Fisheries Development. [online] En: FAO, 2004. *Proceedings of the second international symposium on the management of large rivers for fisheries (Volume I)*. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/007/ad525e/ad525e08.htm>> (Consultada el: el 8 de marzo 2014).

- Brilly, M. ed., 2010. *Hydrological Processes of the Danube River Basin. Perspectives from the Danubian Countries*. New York: Springer Netherlands.
- Byrne, M.-L., 2010. Great Lakes (Canada). En: E. Bird, ed., 2010. *Encyclopedia of the World's Coastal Landforms*. Springer, pp.177–182.
- Budds, J. y McGranahan, G., 2003. Are the debates on water privatization missing the point? Experiences from Africa, Asia and Latin America. *Environment and Urbanization*, 15 (2), pp 87-113.
- Caire G. L., 2004. Implicaciones del marco institucional y de la organización gubernamental para la gestión ambiental por cuencas. El caso de la cuenca Lerma-Chapala. *Gaceta Ecológica*. 71. pp 55-78.
- Carpenter, S. R., Mooney, H., Agard, J., Capistrano D., Defries, R., Díaz, S., Duraipah, A. K., Oteng-Yeboah, A., Pereira, H. M., Perrings, C., Reid, W., Sarukhán, J., Scholes, R. y White A., 2009. Science for Managing Ecosystem Services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 106(5), pp 1305–12.
- Carter, N.T., Seelke, C.R. y Shedd, D.T., 2013. *U . S . - Mexico Water Sharing : Background and Recent Developments*. Congressional Research Service.
- Chen, S., 2008. From Community-based Management to Transboundary Watershed Governance. *Development*, 51(1), pp.83–88.
- CILA (Comisión Internacional de Límites y Aguas), 2014. *Historia*. [online] Disponible en: < <http://www.sre.gob.mx/cilanorte/index.php/historia>>. [Consultado el 7 marzo 2014].
- Clark S., 2002. Coral reefs. En: Perrow M. R. y Davy A. J. eds. 2002. *Handbook of Ecological Restoration Volume 2 Restoration in Practice*. United Kingdom : Cambridge University Press. pp 171- 96.
- Clewell, A.F. y Aronson J., 2007. *Ecological restoration - Principles, Values, and Structure of an Emergin Profession*. Washington: Island Press.
- Clewell, A., Rieger J. y Munro J., 2005. *Guidelines for Developing and Managing Ecological Restoration Projects*. [pdf] Tucson: Society for Ecological Restoration International. Disponible en: < [http://www.ser.org/docs/default-document-library/ser\\_international\\_guidelines.pdf](http://www.ser.org/docs/default-document-library/ser_international_guidelines.pdf)>. [Consultado el 18 abril 2014].
- COCEF (Comisión de Cooperación Ecológica Fronteriza), 2014. *Proyectos*. [online]. Disponible en: <<http://www.cocef.org/proyectos>> [Consultado el 8 marzo 2014].

- Comair, G.F., Gupta, P., Ingenloff, C., Shin, G. y McKinney, D.C., 2013a. Water resources management in the Jordan River Basin. *Water and Environment Journal*, 27(4), pp.495–504.
- Comair, G.F., McKinney, D.C., Scoullos, M.J., Flinker, R.H. y Espinoza, G.E., 2013b. Transboundary cooperation in international basins: Clarification and experiences from the Orontes river basin agreement: Part 1. *Environmental Science & Policy*, 31, pp.133–40.
- Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes* [1992]pp.1–21.
- Cotler H. y Caire G., 2009. *Lecciones aprendidas del manejo de cuencas en México*. México: INE (Instituto Nacional de Ecología)- SEMARNAT(Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales).
- CTX (Carbon Trade Exchange), 2014. *A carbon credit represents one tonne of carbon dioxide equivalent either removed, avoided or sequestered*. [online] Disponible en: <<http://carbontradexchange.com/knowledge/what-is-carbon-credit>> [Consultado el 14 Marzo 2014].
- Darakas, E., 2002. The transboundary River Nestos and its water quality assessment: cross-border cooperation between Greece and Bulgaria. *The Environmentalist*, 22, pp.367–75.
- Debarry, P.A., 2004. Introduction: Comprehensive Watershed Assessment and Management. In: Debarry, P.A., 2004. *Watersheds: Processes, Assessment and Management*. New Jersey: John Wiley & Sonc, Inc., pp.1–15.
- Declaration on the Cooperation for the Creation of a Lower Danube Green Corridor*, 2000. Signed 5 June 2000, Bucharest, Romania
- Departamento de Desarrollo Sostenible, 2008. *Marco Regional para el Uso Sostenible del Río Bravo*. [online] Disponible en: <[http://www.oas.org/dsd/WaterResources/projects/RioBravo\\_esp.asp](http://www.oas.org/dsd/WaterResources/projects/RioBravo_esp.asp)> [Consultado el 7 marzo 2014].
- Dieperink, C., 2009. Successful International Cooperation in the Rhine Catchment Area. *Water International*, 25(3), pp.37–41.
- Dodds, W.K., 2006. Eutrophication and trophic state in rivers and streams. *Limnology and Oceanography*, 51(1\_part\_2), pp.671–80.
- Donahue, J.M. y Klaver, I.J., 2009. Sharing water internationally, past, present and future—mexico and the united states. *Southern Rural Sociology*, 24(1), pp.7–20.
- Donaldson, J.W., 2009. Where rivers and boundaries meet: building the international river boundaries database. *Water Policy*, 11, pp.629–644.

- Ehrenfeld, J.G., 2000. Defining the Limits of Restoration : The Need for Realistic Goals. *Society for Ecological Restoration*, 8(1), pp.2–9.
- Environment Canada, 2013a. *Canadian Federal Great Lakes Program*. [online] Available at: <<http://www.ec.gc.ca/grandslacs-greatlakes/default.asp?lang=En&n=B390F88B-1>> [Accessed 15 Feb. 2014].
- Environnement Canada, 2013b. *Secteurs préoccupants des Grands Lacs*. [online] Disponible en: <<http://ec.gc.ca/raps-pas/default.asp?lang=Fr&n=A290294A-1>> [Consultado el 25 Febrero 2014].
- Environnement Canada. 2014. *Programme des Plans d'assainissement*. [online] Disponible en: <[www.ec.gc.ca/fraps-pas/h=4AQHH1OsA](http://www.ec.gc.ca/fraps-pas/h=4AQHH1OsA)>. [Consultado el 20 abril 2014].
- Environnement Canada y Le ministère de l'Environnement de l'Ontario, 2011. *Rapport du statut des altérations des utilisations bénéfiques*. [pdf] Ontario: Environnement Canada y Le ministère de l'Environnement de l'Ontario. Disponible en : <[http://www.ene.gov.on.ca/stdprodconsume/groups/lr/@ene/@resources/documents/resource/stdprod\\_087386.pdf](http://www.ene.gov.on.ca/stdprodconsume/groups/lr/@ene/@resources/documents/resource/stdprod_087386.pdf)>. [Consultado el 22 Febrero 2014].
- EPA (Environmental Protection Agency), 2000a. Introduction : The Great Lakes. [online] En: EPA, 2000. *The Great Lakes: An environmental Atlas and Resource Book* Disponible en: <<http://epa.gov/greatlakes/atlas/glat-ch1.html>>. [Consultado el 20 febrero 2014]. Chapter One.
- EPA (Environmental Protection Agency), 2000b. Joint Management of the Great Lakes. [online] En: EPA, 2000. *The Great Lakes: An Environmental Atlas and Resource Book*. Disponible en: <<http://epa.gov/greatlakes/atlas/glat-ch5.html>> [Consultado el 20 febrero 2014]. Chapter Five.
- EPA (Environmental Protection Agency), 2008. Handbook for Developing Watershed Plans to Restore and Protect Our Waters. [pdf] Washington: EPA. Disponible en: <[http://water.epa.gov/polwaste/nps/upload/2008\\_04\\_18\\_NPS\\_watershed\\_handbook\\_handbook.pdf](http://water.epa.gov/polwaste/nps/upload/2008_04_18_NPS_watershed_handbook_handbook.pdf)>. [Consultado el 1 marzo 2014].
- EPA (Environmental Protection Agency), 2012. *Great Lakes Water Quality Agreement*. [online] Disponible en: <<http://epa.gov/grtlakes/glwqa/index.html>> [Consultado el 25 Feb. 2014].
- EPA (Environmental Protection Agency), 2013. *Interested Parties*. [online] Available at: <<http://www.epa.gov/greatlakes/parties/index.html#canada>> [Consultado el 24 Febrero 2014].
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2006. *The new generation of watershed management programmes and projects*. Roma: FAO.



- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2007. *Why invest in watershed management?*. [pdf] Roma: FAO. Disponible en: <<ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/a1295e/a1295e00.pdf>>. [Consultado el 3 marzo 2014].
- FAO (Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), 2013. *Afrontar la escasez de agua Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria*. [pdf] Roma: FAO. Disponible en: <<http://www.fao.org/docrep/016/i3015e/i3015e.pdf>> [Consultado el 1 febrero 2014].
- Findlay, R. y Telford, P., 2006. *The International Joint Commission and the Great Lakes Water Quality Agreement Lessons for Canada-United States Regulatory Co-operation*. Policy Research Initiative Working Paper Series 023. Government of Canada.
- FoEME (Friends of the Earth Middle East), 2013a. *Comments of EcoPeace/Friends of the Earth Middle East to World Bank Public Hearings concerning Red Dead Conduit Project*. [online] Disponible en: <[http://foeme.org/uploads/13606843611~^\\$^~FoEME\\_Position\\_Paper\\_on\\_WB\\_R\\_DC\\_Public\\_Hearing\\_2013\\_English.pdf](http://foeme.org/uploads/13606843611~^$^~FoEME_Position_Paper_on_WB_R_DC_Public_Hearing_2013_English.pdf)>. [Consultado el: 14 febrero 2014].
- FoEME (Friends of the Earth Middle East), 2013b. *Good News for the Lower Jordan River*. [online] Disponible en: <<http://foeme.org/peace.php?id=109>> [Consultado el: 1 marzo 2014].
- FoEME (Friends of the Earth Middle East), 2014. *About us*. [online] Disponible en: <[http://foeme.org/www/?module=about\\_us](http://foeme.org/www/?module=about_us)>. [Consultado el: 29 enero 2014].
- Gafny, S., Talozzi, S., Al Sheikh, B. y Ya'ari, E., 2010. *Towards a Living Jordan River: An Environmental Flows Report on the Rehabilitation of the Lower Jordan River*. EcoPeace / Friends of the Earth Middle East.
- Gangbazo, G., 2004. *Gestion intégrée de l'eau par bassin versant: concepts et application*. Québec: Ministère de l'Environnement.
- García, A.G. y Kauffer, E.F., 2011. Las cuencas compartidas entre México, Guatemala y Belice: un acercamiento a su delimitación y problemática general. *Frontera norte*, 23(45), pp.131–62.
- Gerlak, A.K. y Schmeier, S., 2013. Cooperation for the Sustainable Governance of International Watercourses: The Role of River Basin Organisations. *Global Dialogue*. 15 (2) pp.54–61.
- Giordano, M., Drieschova, A., Duncan, J. a., Sayama, Y., De Stefano, L. y Wolf, A.T., 2013. A review of the evolution and state of transboundary freshwater treaties. *International Environmental Agreements: Politics, Law and Economics*. 13(2).

- Giordano, M. y Wolf, A.T., 2001. The World's International Freshwater Agreements: Historical Developments and Future Opportunities. In: A.T. Wolf, ed., *Atlas of International Freshwater Agreements*. Nairobi: UNEP, pp.1–8.
- Giordano, M.A. y Wolf, A.T., 2003. Sharing waters: Post-Rio international water management. *Natural Resources Forum*, 27, pp.163–71.
- Gleditsch, N.P., Furlong, K., Havard, H., Lacina, B. y Owen, T., 2006. Conflicts over shared rivers: Resource scarcity or fuzzy boundaries?. *Political Geography*, 25, pp.361–82.
- GLCR (Great Lakes Coastal Resilience Planning Guide), 2013. Physical Characteristics [Imágen en línea] Disponible en: <<http://www.greatlakesresilience.org/climate-environment/physical-characteristics>> [Consultado el 16 Febrero 2014].
- GLRI (Great Lakes Restoration Initiative), 2010. *Great Lakes Restoration Initiative Action Plan*. [pdf] Great Lakes Restoration Initiative. Disponible en: <[http://glri.us/pdfs/glri\\_actionplan.pdf](http://glri.us/pdfs/glri_actionplan.pdf)> [Consultado el: 1 marzo 2014].
- GLRI (Great Lakes Restoration Initiative), 2014. *Find a GLRI Project-Results*. [online] Disponible en: <<http://glri.us/index.html>> [Consultado el: 16 Febrero 2014].
- Great Lakes Water Quality Protocol. 2012. *Protocol Amending the Agreement Between Canada and the United States of America on Great Lakes Water Quality, 1978, as Amended on October 16, 1983 and on November 18, 1987*. [pdf] The Government of Canada and the Government of the United States of America. Disponible en: <[http://www.ec.gc.ca/grandslacs-greatlakes/A1C62826-72BE-40DB-A545-65AD6FCEAE92/1094\\_Canada-USA%20GLWQA%20\\_e.pdf](http://www.ec.gc.ca/grandslacs-greatlakes/A1C62826-72BE-40DB-A545-65AD6FCEAE92/1094_Canada-USA%20GLWQA%20_e.pdf)> [Consultado el 1 marzo 2014].
- GWP (Global Water Partnership) y INBO (International Network of Basin Organizations), 2009. *Manual para la Gestión Integrada de Recursos Hídricos en Cuencas*. GWP y INBO.
- Habersack, H., Jäger, E. y Hauer, C., 2013. The status of the Danube River sediment regime and morphology as a basis for future basin management. *International Journal of River Basin Management*, 11(2), pp.153–166.
- Hammer, J., 2005. *The dying of dead sea*. [online] Disponible en: <[www.smithsonianmag.com/science-nature/the-dying-of-the-dead-sea-70079351%2F%3Fno-ist&h=4AQHH1OsA](http://www.smithsonianmag.com/science-nature/the-dying-of-the-dead-sea-70079351%2F%3Fno-ist&h=4AQHH1OsA)> [Consultado el 11 abril 2014].
- Healing Our Waters-Great Lakes Coalition, 2013. *About*. [online] Disponible en: <<http://healthylakes.org/about/>> [Consultado el 27 Febrero 2014].
- Hernández, A., López, A. y Jiménez, A., 2009. *Gobernabilidad e instituciones en las Cuencas Transfronterizas e Instituciones en las Cuencas*. San José: FLACSO.

- Hoffman K. 2006 *The U.S.-Mexican Border Environment: Transboundary Ecosystem Management*. San Diego State University Press. 299 p.
- Holčík, J., Klindová, A., Masár, J. y Mészáros, J., 2006. Sturgeons in the Slovakian rivers of the Danube River basin : an overview of their current status and proposal for their conservation and restoration. 22, pp.17–22.
- IBRU (International River Boundaries Database), 2013. *International River Boundaries Database*. [online] Disponible en: <<https://www.dur.ac.uk/ibru/resources/irbd/>>. [Consultado el: 25 enero 2014].
- IBWC (International Boundary and Water Commission). 2011. *About us*. [online] Disponible en: < [http://www.ibwc.gov/About\\_Us/About\\_Us.html](http://www.ibwc.gov/About_Us/About_Us.html)> [Consultado el: 7 marzo 2014].
- ICPDR (International Commission for the Protection of the Danube River), 2009a. *Danube River Basin District Management Plan. Part A – Basin-wide overview*. Vienna: ICPDR.
- ICPDR (International Commission for the Protection of the Danube River), 2009b. *The Danube River Basin Management Plan 2009-2015- Summary*. Vienna: ICPDR.
- ICPDR (International Commission for the Protection of the Danube River), 2009c. *The Danube River Basin. Facts and Figures*. Vienna: ICPDR.
- ICPDR (International Commission for the Protection of the Danube River), 2013. *Cut off from the river – reconnecting sturgeon migration routes*. [online] Disponible en: <<http://www.icpdr.org/main/publications/cut-river-reconnecting-sturgeon-migration-routes>>. [Consultada el: 22 Febrero 2014].
- ICPDR (International Commission for the Protection of the Danube River), 2014. *Sturgeon*. [online] Disponible en: <<http://www.icpdr.org/main/activities-projects/sturgeons>> [Consultada el 27 Febrero 2014].
- ICPR (International Commission for the Protection of the Rhine), 2009. *History*. [online] En: ICPR. *About Us*. Disponible en: <<http://www.iksr.org/index.php?id=154&L=3>> [Consultada el: el 7 marzo 2014].
- ICPR (International Commission for the Protection of the Rhine), 2012a. *About Us*. [online] En: ICPR. International Cooperation. Disponible en: <<http://www.iksr.org/index.php?id=32&L=3>> [Consultada el: 7 Marzo 2014].
- ICPR (International Commission for the Protection of the Rhine), 2012b. *Mesures*. [online] En: ICPR. Rhine 2020. Disponible en: <<http://www.iksr.org/index.php?id=180&L=3>> [Consultada el: el 7 de marzo 2014].

- ICPR (International Commission for the Protection of the Rhine), 2012c. *Salmon 2000*. [online] En: ICPR. Salmon 2020. Disponible en: <<http://www.iksr.org/index.php?id=159&L=3>> [Consultada el: 7 marzo 2014].
- ICPR (International Commission for the Protection of the Rhine), 2013. *Salmon 2020*. [online] En: ICPR. Rhine 2020. Disponible en: <<http://www.iksr.org/index.php?id=124&L=3>> [Consultada el: 7 de marzo 2014].
- ICPR (International Commission for the Protection of the Rhine), 2014. *Rhine 2020*. [online] En: ICPR. International Cooperation Disponible en: <<http://www.iksr.org/index.php?id=30&L=3>> [Consultada el: 7 de marzo 2014].
- IJC (International Joint Commission), 2013. *Annex 2 - Restoring Beneficial Uses in Areas of Concern*. [online] Disponible en: <<http://www.ijc.org/rel/boards/annex2/buis.htm#table1>> [Consultada el 26 Febrero 2014].
- IJC (International Joint Commission), 2014a. *Great Lakes Water Quality*. [online] Disponible en: <[http://www.ijc.org/en\\_/Great\\_Lakes\\_Water\\_Quality](http://www.ijc.org/en_/Great_Lakes_Water_Quality)> [Consultada el 18 Febrero 2014].
- IJC (International Joint Commission), 2014b. *Mandates*. [online]. Disponible en: <[http://ijc.org/en\\_/IJC\\_Mandates](http://ijc.org/en_/IJC_Mandates)> [Consultada el 18 Febrero 2014].
- Israel Ministry of Environmental Protection, 2013. *Rehabilitation of the Jordan River*. [online] Disponible en: <<http://www.sviva.gov.il/InfoServices/ReservoirInfo/DocLib2/Publications/P0701-P0800/P0722.pdf>> [Consultada el: 4 marzo 2014].
- INECC (Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático), 2013. *Restauración Ecológica*. [online] Disponible en: <<http://www.inecc.gob.mx/con-eco-ch/386-hc-restauracion>> [Consultada el 15 Febrero 2014].
- ILA (International Law Association), 1966. *Helsinki rules on the uses of the waters of international rivers. Report of the Fifty-Second Conference*, Helsinki, 14–20 August 1966, (London, 1967), London: International Law Association .
- ILA (International Law Association). 2004. *Berlin Conference*. Water Resources Law. August 2004, Berlín: International Law Association
- IUCN (International Union for Conservation Nature), 2009. *Tacana River Basin*. [online] Disponible en: <[http://www.iucn.org/about/work/programmes/water/wp\\_where\\_we\\_work/wp\\_our\\_work\\_projects/wp\\_our\\_work\\_trb/](http://www.iucn.org/about/work/programmes/water/wp_where_we_work/wp_our_work_projects/wp_our_work_trb/)>. [Consultada el: 1 marzo 2014].
- IUCN (International Union for Conservation Nature), 2010. *IUCN South-Eastern European e-Bulletin*. Issue 23. Belgrade: IUCN Programme Office for South-Eastern Europe

- IUCN (International Union for Conservation Nature), 2013. *Abies guatemalensis*. [online] Disponible en: <<http://www.iucnredlist.org/details/42285/0>> [Consultada el: 3 Marzo 2014].
- Jong, T. K., 2003. Water. [online] En: University of Technology Delft. Publications. Disponible en: <<http://team.bk.tudelft.nl/Publications/2003/Water1.htm>> [Consultada el: 8 de marzo 2014].
- Kauffer, E.F., 2010. La cuenca del río suchiate: entre inundaciones y movilidad de la frontera México-Guatemala. En: H. Cotler, ed. 2010. *Las Cuenca Hidrográficas de México*. México: INE, pp.198–200.
- Kibaroglu A., Scheumann W. y Kramer A. eds. 2011. *Turkey's Water Policy. National Frameworks and International Cooperation*. Berlín: Springer. pp. 201-312.
- KKL-JNF (Keren Kayemeth Lelsrael -Jewish National Fund), 2014. *River Rehabilitation*. [online] Disponible en: : <<http://www.kkl.org.il/eng/water-for-israel/river-rehabilitation/#{FBD0525E-74AC-4396-9DC9-66CB689216F8}>> [Consultada el 25 Febrero 2014].
- Klindova, A., 2004. International cooperation of the Danube basin countries for water management and wetland management , protection and restoration. En: DRPC (Danube River Protection Convention), *5th European Regional Meeting on the implementation and effectiveness of the Ramsar Convention*, Yerevan, Armenia, Workshop 4-8 December 2004. Yerevan: ICPDR.
- Lacewell, R.D., Dubois, M., Michelsen, A., Rister, M.E. y Sturdivant, A.W., 2010. Transboundary Water Crises: Learning From Our Neighbors In The Rio Grande (Bravo) And Jordan River Watersheds. *Journal of Transboundary Water Resources*, 1, pp.95–123.
- Lipchin C. y Sandler D., 2007. Introduction. En: Lipchin. C., Sandler D. y Cushman E., eds. 2007. *The Jordan River and Dead Sea Basin Cooperation Amid Conflict*. Israel: Springer.
- Martínez, M.L. y López-Barrera, F., 2008. Special issue : Restoring and designing ecosystems for a crowded planet . *ECOSCIENCE*, 15(1), pp 1-5.
- Martínez V., 2012. Sucesión y restauración ecológica en las partes altas de cuencas y la provisión de agua. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 21(4).
- McIntyre, O., 2007. *Environmental Protection of International Watercourses Under International Law*. [e-book] England: Ashgate Publishing Limited. Disponible en: <<http://books.google.com.mx/books?id=K558GJMrkh0C&pg=PA50&lpg=PA50&dq=contiguous+or+successive+river&source=bl&ots=mkvLb084cb&sig=AjRCLG3iKwtpcR1QPsQ2POPRvZ0&hl=en&sa=X&ei=Id3mUfwELSpSsAT89IDYBg&ved=0CCEQ6AEwAA#v=snippet&q=contiguous+or+successive+river&f=false>>. [Consultada el 27 enero 2014].

- Meden, J.H.V., Rodríguez, A., De la Maza, M., Zapata, J., Martínez, A., Cleghorn, A., Parra, H., Briggs, M., Montes, J.L. y Peters Recagno, E.M., 2010. Cuenca transfronteriza del río bravo/grande. En: H. Cotler, ed., 2010. *Las Cuencas Hidrográficas de México*, México: INE, pp.173–79.
- Meffe, G. K. y Carroll C. R., eds. 1994. *Principles of Conservation Biology*. Massachusetts: Sinauer Associates, Inc.
- Mehtonen K., Keskinen M. y Varis O., 2008. The Mekong: IWRM and Institutions. En: O. Varis, Tortajada C. y Biswas A. K. eds., 2008. *Management of Transboundary Rivers and Lakes*. Berlín: Springer. pp 207-26.
- Miklós, D., 2010. History and Results of the Hydrological Co-operation of the Countries Sharing the Danube Catchment (1971–2008). En: M. Brilly, ed., *Hydrological Processes of the Danube River Basin. Perspectives from the Danubian Countries*. New York: Springer Netherlands, pp.1–24.
- Moore, R., 2005. Riparian Microclimate and Stream Temperature Response to Forest Harvesting: A review. *Journal of the American Water Resources Association*, 7, pp.813–34.
- Nellemann C. y Corcoran E., eds., 2010. *Dead Planet, Living Planet- Biodiversity and Ecosystem Restoration for Sustainable Development*. A Rapid Response Assessment. United Nations Environment Programme, GRID-Arendal.
- Nweihed, K.G., 1992. *Frontera y límite en su marco mundial: una aproximación a la "fronterología."* [e-book] Caracas: Instituto de Altos Estudios de América Latina. Disponible en: <[http://books.google.com.mx/books?id=h-T4sA7yoSAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.mx/books?id=h-T4sA7yoSAC&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)>. [Consultada el 21 enero 2014].
- Öjendal, J., Hansson, S. y Helberg, S. eds., 2012. *Politics and Development in a Transboundary Watershed: The case of the Lower Mekong Basin*. Dordrecht: Springer.
- Olvera, D. N., Kauffer F. E., Inge B. y Huicochea L., 2011. Factores de conflicto en la cooperación por el agua en cuencas compartidas: caso Río Hondo ( México-Guatemala-Belice) *Estudio Froterizos, nueva época*. 12 (24). pp.103–34.
- Page, C., 1997. Resurrection on the Rhine. *International Wildlife*, 27, p. 28.
- Palmer, M. A., 2008. Reforming Watershed Restoration: Science in Need of Application and Applications in Need of Science. *Estuaries and Coasts*. Springer.
- Palmer, M. A., Bernhardt, E. S., Allen, J. D., Lake, P. S., Alexander, G., Brooks, S., Carr, J., Clayton, S., Dahm, C. N., Follstad Shah, J., Galat, D. L., Gloss, S., Goodwin, P., Hart, D. D., Hassett, B., Jenkinson, R., Kondolf, K. M., Lave, R., Meyer, J. L.,

- O'Donnell, T. K., Pagano L., and Sudduth, E., 2005. Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology*, 42, pp208–17.
- Perrow M. R. y Davy A. J. eds. 2002. *Handbook of Ecological Restoration Volume 2 Restoration in Practice*. United Kingdom : Cambridge University Press.
- Raith, S., 1999. The Rhine Action Program: Restoring Value to the Rhine River. *Student On-Line Journal*. 4(2). pp 1-9.
- Rieu-Clarke A., 2000. Reflections on the Normative Prescription of Sustainable Development in Recent Transboundary Water Treaty Practice. *Water International*, 25 (4). pp. 572- 79.
- RIOC (Red Internacional de Organismos de Cuenca) y GWP (Asociación Mundial para el Agua), 2012. Manual para la Gestión integrada de Cuencas Transfronterizas de ríos, lagos y acuíferos. RIOC y GWP.
- Rodina E., Masyutenko, S. y Krivoruchko S., 2008. Integrated water resource management of transboundary chu and talas river basins. En: J.E. Moerlins, Khankhasayev M.K., Leitman S.F. y Makhmudov, E.J. eds. 2008 *Transboundary Water Resources: A Foundation for Regional Stability in Central Asia*. Almaty, Kazakhstan: Springer, pp.123–129.
- Roni, P., Beechie, T. J., Bilby, R. E., Leonetti, F. E., Pollock, M. M., Pess, G. R., 2002. A Review of Stream Restoration Techniques and a Hierarchical Strategy for Prioritizing Restoration in Pacific Northwest Watersheds. *North American Journal of Fisheries Management*. 22, pp 1-20.
- Sadoff, C., Greiber, T., Smith, M. y Bergkamp, G., 2008. *Compartir – Gestionando el agua entre fronteras*. Gland: IUCN.
- Safier, G., 2011. *Roadmap for the Rehabilitation of the Lower Jordan River*. EcoPeace/ Friends of the Earth Middle East.
- Sandu, C., Reinartz, R. y Bloesch, J. ed., 2013. „*Sturgeon 2020*“.. Danube Sturgeon Task Force (DSTF) & EU Strategy for the Danube River (EUSDR) Priority Area (PA) 6 – Biodiversity.
- Scheuman W. , Sagsen I. y Tereci E., 2011. Orontes River Basin: Downstream Challenges and Prospectos for Cooperation. En: Kibaroglu A., Scheumann W. y Kramer A. eds. 2011. *Turkey's Water Policy. National Frameworks and International Cooperation*. Berlín: Springer. pp. 201-312.
- Schmeier, S., 2013. *The Institutional Design of River Basin Organizations – Introducing the RBO Institutional Design Database and its main Findings*. [online] Transboundary Freshwater Dispute Database (TFDD) Working Paper. Disponible en:  
<[http://www.transboundarywaters.orst.edu/research/RBO/Schmeier\\_2013\\_InstDes](http://www.transboundarywaters.orst.edu/research/RBO/Schmeier_2013_InstDes)

ignRBOs\_TFDD\_RBO\_Database\_Paper%20(1).pdf> [Consultada el: 1 marzo 2014].

SEMARNAT (Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) y CONANP (Comisión Natural de Áreas Naturales Protegidas), 2013. *Reserva de la Biosfera Volcán Tacaná*. México: SEMARNAT - CONANP.

SER (Society for Ecological Restoration International, Grupo de trabajo sobre ciencia y política), 2004. *Principios de SER International sobre la restauración ecológica*. Versión 2. [pdf] Tucson: SER. Disponible en: <<http://www.ser.org/docs/default-document-library/spanish.pdf>>. [Consultada el:1 febrero 2014].

Sidhu, B.K., 2013. The Kishenganga Arbitration -Transboundary Water Resources Governance-. *Environmental Policy and Law*, 3(43), pp.147–62.

Smith, V.H., Joye, S.B. y Howarth, R.W., 2006. Eutrophication of freshwater and marine ecosystems. *Limnology and Oceanography*, 51(1\_part\_2), pp.351–55.

Sood, A. y Prasad Mathukumalli, B.K., 2011. Managing international river basins: reviewing India – Bangladesh transboundary water issues. *International Journal of River Basin Management*. 9(1), pp.43–52.

Stancíková, A. 2010. Training of the Danube river channel. En: M. Brilly, ed., 2010. *Hydrological Processes of the Danube River Basin. Perspectives from the Danubian Countries*. New York: Springer Netherlands. pp 305-41.

Suding K. N., Gross K. L. y Houseman G. R. 2004. Alternatives states and positive feedbacks in restoration ecology. *TRENDS in Ecology and Evolution*. 19(1). pp 46-53.

Tal, A., Al Khateeb, N., Nagouker, N., Akerman, H., Diabat, M., Nassar, A., Angel, R., Sadah, M.A., Hershkovitz, Y., Gasith, A., Aliewi, A., Halawani, D., Abramson, A., Assi, Laronne, J.,B. y Asaf, L., 2010a. Chemical and biological monitoring in ephemeral and intermittent streams: a study of two transboundary Palestinian–Israeli watersheds. *International Journal of River Basin Management*, 8(2), pp.185–205.

Tal, A., Khateeb, N. Al, Nagouker, N., Akerman, H., Diabat, M., Nassar, A., Angel, R., Sadah, M.A., Hershkovitz, Y., Gasith, A., Aliewi, A., Halawani, D., Abramson, A., Assi, A., B. Laronne, J. y Asaf, L., 2010b. Israeli / Palestinian transboundary stream restoration and management: lessons for the future Israeli / Palestinian transboundary stream restoration and management: lessons for the future. *International Journal of River Basin Management*, 8(2), pp.207–213.

Task Force, 1995. *Environmental Programme for the Danube River Basin Strategic Action Plan for the Danube River Basin*. [1995-2005] Sofia: Task Force for the Programme.



- TFDD (Transboundary Freshwater Dispute Database), 2010. International River Basins. [imagen en línea] Disponible en: <<http://www.transboundarywaters.orst.edu/database/DatabasIntro.html>> [Consultada el: 2 Febrero 2014].
- The World Bank Group, 2013a. *Red Sea - Dead Sea Water Conveyance Study Program*. [online] Disponible en: <<http://web.worldbank.org/WBSITE/EXTERNAL/COUNTRIES/MENAEXT/EXTREDEADSEA/0,,menuPK:5174623~pagePK:64168427~piPK:64168435~theSitePK:5174617,00.html>> [Consultada el: 17 Febrero 2014].
- The World Bank Group, 2013b. *Red Sea-Dead Sea Water Conveyance Study Program. Question and Answer Sheet*. [online] Disponible en: <[http://siteresources.worldbank.org/INTREDEADSEA/Resources/Q&A\\_English\\_Jan\\_2013.pdf](http://siteresources.worldbank.org/INTREDEADSEA/Resources/Q&A_English_Jan_2013.pdf)> [Consultada el: 17 Feb. 2014].
- Timmerman, J.G. y Langaas, S., 2005. Water information: what is it good for? The use of information in transboundary water management. *Regional Environmental Change*, 5(4), pp.177–87.
- Townsend, P.V., Harper, R.J., Brennan, P.D., Dean, C., Wu, S., Smettem, K.R.J. y Cook, S.E., 2012. Multiple environmental services as an opportunity for watershed restoration. *Forest Policy and Economics*, 17, pp.45–58.
- Trabucchi, M., Ntshotsho, P., O'Farrell, P. y Comín, F. a, 2012. Ecosystem service trends in basin-scale restoration initiatives: a review. *Journal of environmental management*, 111, pp.18–23.
- Uehlinger, U., Wantzen, K. M., Leuven, R. S. E. W. y Arndt, H., 2009. The Rhine River Basin. En: K., Tockner, Uehlinger, U. y Robinson, C. T. eds., 2009. *Rivers of Europe*. Academic Press. pp. 199-245.
- UICN, 2012a. *Cuencas asociadas al Volcán Tacaná Guatemala & México Gobernanza transfronteriza del agua e implementación de la GIRH a través de la acción comunitaria local*. Programa de Agua de UICN. Estudio de Caso Demostrativo. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza.
- UICN, 2012b. *Intercambio de experiencias en sitios piloto de restauración forestal impulsadas por la UICN y la Universidad San Carlos de Guatemala*. [online] [http://iucn.org/news\\_homepage/news\\_by\\_date/20](http://iucn.org/news_homepage/news_by_date/20) [consultada el: 2 marzo 2014].
- Uitto, J.I. y Duda, A.M., 2002. Management of transboundary water resources : Lessons from internation cooperation for conflic. *The Geographical Journal*, 168(4), pp.365–378.
- UN (United Nations), 1969. *Vienna Convention on the Law of Treaties. Treaty Series*, vol. 1155, p.331.

- UN (United Nations), 1997. *Convention on the Law of the Non-navigational Uses of International Watercourses*. 49. Leiden Journal of International Law. [online] Disponible en: <[http://journals.cambridge.org/abstract\\_S0922156597000368](http://journals.cambridge.org/abstract_S0922156597000368)> [Consultada el: 27 enero 2014].
- UN (United Nations), 2009a. *The law of transboundary Aquifers*. on the report of the Sixth Committee (A/63/439) 63/124. [11 December 2008]
- UN (United Nations), 2009b. *River Basin Comissions and Other Institutions for Transboundary Water Cooperation*. New York y Geneva: UN.
- UN (United Nations), 2013. *International Law*. [online] Disponible en: <<http://www.un.org/en/aboutun/copyright/>>. [Consultada el: 15 de enero]
- UN (United Nations), 2014a. *Transboundary waters*. [sitio internet] Disponible en: <[http://www.un.org/waterforlifedecade/transboundary\\_waters.shtml](http://www.un.org/waterforlifedecade/transboundary_waters.shtml)>. [Consultada el: 18 enero 2014].
- UN (United Nations), 2014b. *Water scarcity*. [online] Disponible en: <<http://www.un.org/waterforlifedecade/scarcity.shtml>>. [Consultada el: 11 de enero 2014].
- UNEP (United Nations Environment Programme). 2001. *Jordan river basin*. [online] Disponible en: <[http://www.grid.unep.ch/products/4\\_Maps/jordanb.gif](http://www.grid.unep.ch/products/4_Maps/jordanb.gif)>. [Consultado el: 2 febrero 2014].
- Un-Water, 2007. *Coping with water scarcity-challenge of the twenty-first century*. UN-Water, FAO.
- UN-Water, 2008. *Status Report on Integrated Water Resources Management and Water Efficiency Plans*. UN-Water.
- USPC (United States Policy Committee), 2001. *Restoring United State Areas of Concern: Delisting Principles and Guidelines*. United States Policy Committee.
- UNECE (United Nations Economics Comissions for Europe), 1992. *Convention on the Protection and Use of Transboundary Watercourses and International Lakes*. 17 March 1992. Helsinki:UNECE.
- UNESCO-PHI (Organización de la Naciones Unidas para la Educación para la Educación la Ciencia y la Cultura - Programa Hidrológico Internacional). 2009. *PHI-VII Dependencias de los recursos hídricos Sistemas somentidos a estrés y respuestas sociales. Plan estratégico*. [pdf] Paris: UNESCO. Disponible en: <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001840/184030s.pdf>. [Consultada el: 1 Febrero 2014].
- Varis O, Kummu M, and Keskinen M., 2006. Editorial. *International Journal of Water Resources Development* 22(3). pp 395–98.

- WEDO/FoEME (Women's Environment and Development /Friends of the Earth Middle East), 2013. *Integrated Transboundary Regional NGO Master Plan for the Lower Jordan River Basin*. Inception Report. Royal HaskoningDHV Group.
- West, E., 1999. The Danube Programme: The Challenge of International River-Basin Management. *Water and Environment Journal*, 13(5), pp.359–62.
- Wissmar, R.C., 1998. Restoration and management of riparian ecosystems: a catchment perspective. *Freshwater Biology*, 40, pp.571–585.
- Wolf, A.T., Kramer, A., Carius, A. y Dabelko, G.D., 2005. Managing Water Conflict and Cooperation. En: The Worldwatch Institute, 2005. *State of the World. Redefining Global Security*. The Worldwatch Institute.
- Wolf, A.T. y Newton, J.T., 2008a. Case Study of Transboundary Dispute Resolution: The Environmental program for the Danube River. [online] En: J. Delli Priscoli y Wolf, A.T., 2009. *Managing and Transforming Water Conflicts*. Cambridge: Cambridge University Press. Disponible en: <[http://transboundarywater.geo.orst.edu/research/case\\_studies/](http://transboundarywater.geo.orst.edu/research/case_studies/)> [Consultada el: 15 Febrero 2014].
- Wolf, A.T. y Newton, J.T., 2008b. Case Study of Transboundary Dispute Resolution: The Jordan River. [online] En: J. Delli Priscoli y Wolf, A.T., 2009. *Managing and Transforming Water Conflicts*. Cambridge: University Press. Disponible en: <[http://transboundarywater.geo.orst.edu/research/case\\_studies/](http://transboundarywater.geo.orst.edu/research/case_studies/)> [Consultada el: 15 Febrero 2014].
- Wolf, A.T., Yoffe, S.B. y Giordano, M., 2003. International waters : Identifying basins at risk. *Water Policy*. 5 pp 29 - 60.
- Wortley, L., Hero J-L. y Howes, M., 2013. Evaluating Ecological Restoration Success : A Review of the Literature. *Restoration Ecology*, 21 (5), pp 537- 43.
- WWF (World Wildlife Fund), 2001. Strategy for the Protection and Restoration of Floodplain Forests on the Bulgarian Danube Islands. Vienna: WWF International Danube Carpathian Programme.
- WWF (World Wildlife Fund), 2010a. *Assessment of the restoration potential along the Danube and main tributaries*. [online] Disponible en: <[http://awsassets.panda.org/downloads/wwf\\_restoration\\_potential\\_danube.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/wwf_restoration_potential_danube.pdf)> [Consultada el: 18 febrero 2014].
- WWF (World Wildlife Fund), 2010b. *Lower Danube Green Corridor*. [online] WWF. Disponible en: <[http://awsassets.panda.org/downloads/wwf\\_ldgc.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/wwf_ldgc.pdf)> [Consultada el: 20 febrero 2014].

WWF (World Wildlife Fund), 2011. *Danube Sturgeon*. [online] Disponible en: <[http://awsassets.panda.org/downloads/wwf\\_factsheet\\_sturgeons.pdf](http://awsassets.panda.org/downloads/wwf_factsheet_sturgeons.pdf)> [Consultada el: 20 febrero 2014].

WWF (World Wildlife Fund), 2013. *Rio Grande / Rio Bravo The River Basin Major Accomplishments*. [online] Disponible en: <<http://www.wwfcocacolariverbasin.org/places-in-focus/rio-granderio-bravo.html>> [Consultada el: 1 marzo 2014].

WWF (World Wildlife Fund), 2014. *Water Scarcity*. [online]. Disponible en: <<http://worldwildlife.org/threats/water-scarcity>>. [Consultada el: 10 enero 2014].