

## GESTIÓN Y MANEJO DEL AGUA: EL PAPEL DE LOS USUARIOS AGRÍCOLAS DEL VALLE DE MEXICALI

Alfonso Cortez Lara\*

Fecha de recepción: 13 de enero de 2011. Fecha de aceptación: 6 de junio de 2011.

### RESUMEN

Los agricultores del Valle de Mexicali enfrentan permanentemente problemas de gestión y manejo del agua proveniente del río Colorado. La salinidad del río Colorado, los sedimentos arrastrados por la corriente del río desde la porción americana y la competencia por aguas subterráneas provenientes de las infiltraciones del Canal Todo Americano representan retos de gestión para los irrigadores. Esto es aún más complejo porque el área de riego se asienta en una zona altamente sísmica. El trabajo explora las capacidades de gestión de usuarios agrícolas para enfrentar dichas limitantes del desarrollo regional y del bienestar social y económico de sus habitantes. Se abordan fenómenos transfronterizos con impacto local en la eficiencia, equidad y sustentabilidad en el uso del agua. Se realiza un análisis institucional que permite caracterizar temas conflictivos en torno a un recurso hídrico de uso común.

**Palabras clave:** Instituciones, riego, conflictos transfronterizos, sismos, Mexicali.

### WATER MANAGEMENT: THE ROLE OF FARM USERS IN THE MEXICALI VALLEY

#### Abstract

Farmers in the Mexicali Valley permanently face problems in the management of water from the Colorado River. The salinity of this river, the sediment swept along in its current from the United States, and the competition from subterranean streams seeping out of the All-American Canal represent management challenges for irrigators. The situation is even more complex than this because the irrigation area is located in a highly seismic zone. This study explores the management capacities of farm users to deal with these limitations on regional development, and the social and economic wellbeing of the inhabitants. It deals with cross-border issues that have a local impact on the efficiency, equity and sustainability of water use. An institutional analysis is carried out that makes it possible to characterize areas of conflict arising from the common use of a hydraulic resource.

**Key words:** Institutions, irrigation, cross-border conflicts, earthquakes, Mexicali.

---

\* Profesor-investigador titular B del Colegio de la Frontera Norte. Correo electrónico: [acortez@colef.mx](mailto:acortez@colef.mx)

## **GESTION ET MAÎTRISE DE L'EAU : LE RÔLE DES USAGERS AGRICOLES DE LA VALLÉE DE MEXICALI**

### **Résumé**

Les agriculteurs de la vallée de Mexicali sont en permanence confrontés à des problèmes de gestion et maîtrise de l'eau provenant du rio Colorado. La salinité du rio Colorado, les sédiments entraînés par le courant du fleuve depuis la portion américaine et la concurrence avec des eaux souterraines provenant des infiltrations du Canal Tout-Américain représentent des défis de gestion pour les irrigateurs. Cette situation est d'autant plus complexe que la zone irriguée se situe dans une région à haut risque de séisme. Ce travail explore les capacités de gestion d'usagers agricoles pour faire face à ces freins au développement régional et au bien-être social et économique de ses habitants. On y aborde des phénomènes transfrontaliers ayant un impact local sur l'efficacité, équité et durabilité dans l'usage de l'eau. Il y est réalisé une analyse institutionnelle qui permet de caractériser des sujets de conflit en lien à un recours hydrique d'usage commun.

**Mots clés :** Institutions, Irrigation, conflits transfrontaliers, séismes, Mexicali

## **GESTÃO E MANEJO DA ÁGUA: O PAPEL DOS USUÁRIOS AGRÍCOLAS DO VALE DE MEXICALI**

### **Resumo**

Os agricultores do Vale de Mexicali enfrentam permanentemente problemas de gestão e manejo da água proveniente do Rio Colorado. A salinidade do Rio Colorado, os sedimentos arrastados pela corrente do rio desde a porção americana e a competição de águas subterrâneas provenientes das infiltrações do Canal Todo Americano representam desafios de gestão para os irrigadores. Isto é ainda mais complexo porque a área de irrigação do sistema se assenta em uma zona altamente sísmica. O trabalho explora as capacidades de gestão dos usuários agrícolas para enfrentar ditas limitações do desenvolvimento regional e do bem-estar econômico e social dos seus habitantes. Abordam-se fenômenos trans-fronteiriços com impacto local na eficiência, equidade e sustentabilidade no uso da água. Realiza-se uma análise institucional que permite caracterizar temas conflituosos em torno a um recurso hídrico de uso comum.

**Palavras-chave:** Instituições, Irrigação, conflitos trans-fronteiriços, sismos, Mexicali.

管理和水管理：農業用在墨西卡利谷的作用

摘要

墨谷的農民經常面臨的管理問題和管理水來自科羅拉多河。而科羅拉多河鹽度，沉積物沖走了美國部分和地下水滲流競爭，從美國的運河管理所有的河流為灌帶來的挑戰。這是更複雜，因為在一個高度灌區位於地震帶。本文探討了用管理能力，以解決這種限制農業和區域發展及其居民的經濟福利。跨境現象得到解決的效率，公平和可持續利用當地水的影響。機構分析是圍繞一個共同的特點水資源利用矛盾的問題

關鍵詞：機構，灌溉，邊界衝突，地震，墨西卡利

## INTRODUCCIÓN

Las presiones por el agua se han convertido en un factor de tensión entre los distintos actores sociales y económicos, ya sea por razones de escasez derivada de la degradación de los cuerpos de agua o por la creciente demanda a su vez inducida por el acelerado crecimiento poblacional, de las actividades económicas y la natural aridez característica de la región de la frontera México-Estados Unidos (Cortez, Whiteford y Chávez, 2005: 11-12). Las fuentes de agua disponibles han sido motivo de disputas entre distintos Estados nacionales en ambos lados de la frontera, mismos que buscan asegurar el acceso equitativo, oportuno, en cantidad y calidad a un recurso hídrico altamente competido y totalmente asignado en la cuenca hidrológica del río Colorado.

Se mencionan algunos aspectos críticos en la gestión y manejo de aguas transfronterizas que afectan la irrigación aguas abajo en la porción mexicana de la cuenca del río Colorado y que se refieren a: los niveles elevados de salinidad del agua que recibe México y que afectan la calidad del agua de riego y suelos agrícolas debido a su efecto acumulativo; el alto nivel de sedimentos arrastrados por la corriente del río (particularmente algunos de sus afluentes como el río Gila en los Estados Unidos, justo antes de la entrada a México) y que se depositan aguas abajo en la red de distribución del distrito de riego, y la eliminación de volúmenes de agua subterránea de buena calidad proveniente de las infiltraciones del Canal Todo Americano en Estados Unidos, que desde 1942 representan una fuente de recarga fresca para la porción mexicana del acuífero del Valle de Mexicali.

A lo anterior se agrega que dicha región transfronteriza se encuentra en una zona de alto riesgo por la permanente actividad sísmica prevaleciente debido a que justo ahí convergen fallas geológicas sobre las que opera una de las áreas de riego más importantes de México, el Valle de Mexicali. Esta situación representa un reto de gestión mayúsculo para los usuarios organizados en asociaciones de usuarios de riego que en conjunto manejan la red mayor y menor de distribución.

No obstante lo anterior, la dinámica de desarrollo, si bien se ha visto limitada por dichos eventos que invariablemente inducen altos costos sociales y económicos para los actores locales, éstos han tenido que sortear dicha complejidad al realizar la gestión y manejo del agua de riego que actualmente realizan a efecto de mantener la actividad productiva. Es claro que en la medida que la problemática se hace más compleja, los actores locales, específicamente los usuarios del agua de riego del Valle de Mexicali, tendrán que efectuar mayores esfuerzos y adecuaciones institucionales a efecto de minimizar los

costos sociales, económicos y ambientales que garanticen un sano desarrollo regional.

El presente trabajo aborda el papel de los usuarios agrícolas del agua del Valle de Mexicali a través de un marco de análisis y búsqueda de alternativas institucionales a la problemática de gestión y manejo transfronterizo y local del agua. Se realiza una adaptación del marco metodológico de análisis institucional y su esquema de situación-estructura-funcionamiento (Ostrom, 1990; Ostrom, 1998: 68-74; Schmid, 2004: 12-15). Dicho marco considera el estudio de recursos hídricos transfronterizos de uso común, mismos que muestran diversas fuentes de interdependencia para el manejo del agua.

### **GESTIÓN Y MANEJO DE AGUAS TRANSFRONTERIZAS: SU IMPACTO EN EL RIEGO DEL VALLE DE MEXICALI**

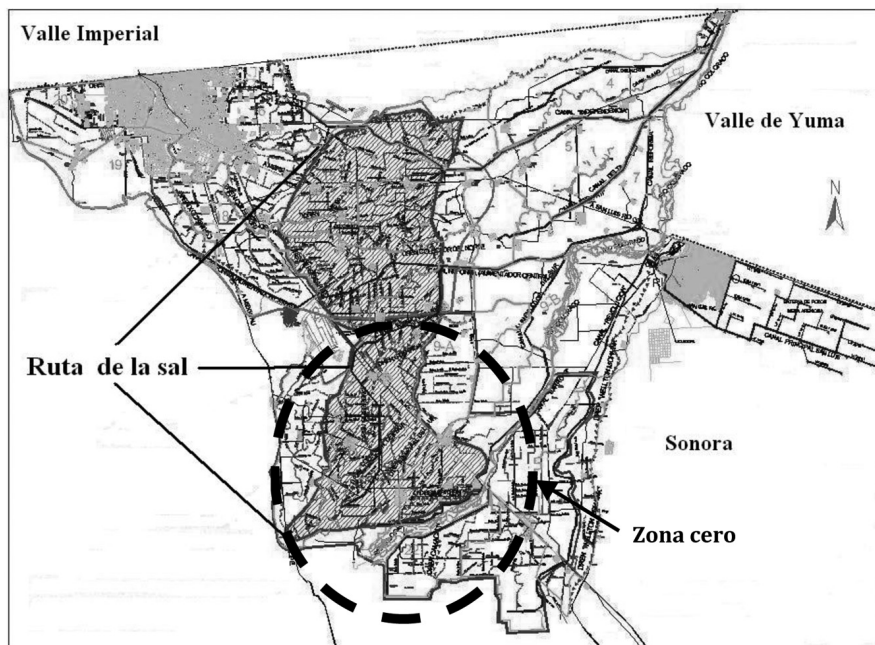
El río Colorado, con un recorrido de más de 2,300 kilómetros, es uno de los sistemas ribereños que presentan mayor conflictividad entre sus estados usuarios, que han tenido que convivir en torno al recurso hídrico con objeto de lograr beneficios mutuos. No obstante, la porción mexicana es la que frecuentemente sufre los impactos negativos en cuanto a las asignaciones en términos de cantidad y calidad del agua (Cortez, 2005: 333). El Tratado Internacional de Aguas de 1944 establece que México dispone de un volumen garantizado de 1,850.23 millones de metros cúbicos anuales ( $\text{Mm}^3/\text{a}$ ) en condiciones de flujo normal, mismos que se reciben por dos puntos de control: Presa José María Morelos o Lindero Internacional Norte (LIN) y Canal Sánchez Mejorada o Lindero Internacional Sur (LIS).<sup>1</sup>

El Distrito de Riego 014, Río Colorado se constituyó en 1937 al mismo tiempo en que el Presidente Lázaro Cárdenas impulsó el programa de reparto agrario para poner en manos de organizaciones mexicanas de ejidatarios, con unidades individuales de 20 hectáreas, las tierras que desde finales del siglo XIX habían sido operadas por grandes compañías extranjeras. El distrito se asienta sobre los valles de Mexicali, Baja California y San Luis Río Colorado, Sonora (Figura 1) y desde su conformación, la infraestructura había sido operada por el gobierno federal.

---

<sup>1</sup> Tratado internacional relativo a la Utilización de las Aguas de los ríos Colorado, Tijuana y Bravo firmado por los presidentes de México y Estados Unidos el 3 de febrero de 1944.

Figura 1. El distrito de riego del río Colorado y la región del Valle de Mexicali



Fuente: CONAGUA 2009.

Recientemente, derivado del proceso de transferencia del distrito de riego a los usuarios, en 1991 la infraestructura y uso del agua fue concesionada a 23 asociaciones de usuarios que actualmente operan una superficie de 207,965 hectáreas, utilizando el 86% de la disponibilidad total de agua en la región (incluyendo fuentes subterráneas) que equivalen a 1,600 Mm<sup>3</sup>/a.

### **La salinidad del río Colorado**

Desde el origen de este conflicto internacional, principios de la década de los sesenta, las altas concentraciones salinas del agua entregada a México han tenido repercusiones significativas en la productividad de las tierras agrícolas de los valles de Mexicali y San Luis Río Colorado. De hecho, todos los suelos localizados en zonas áridas como ésta, están sujetos a procesos de salinización natural, sin embargo, causas antropogénicas han acelerado los procesos de salinización en la región.

El problema de la salinidad surge como resultado de la puesta en operación de pozos profundos en el Valle de Wellton-Mohawk en Arizona, de los que extrajeron aguas fósiles salinas del subsuelo y las descargaron al río Gila justo en la intersección con el cauce del río Colorado, antes de los puntos de entrega a México (Secretaría de Relaciones Exteriores, 1975: 16). Las soluciones técnicas a esta problemática se establecieron formalmente en las Actas 218 y 241 de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA o IBWC por sus siglas en inglés).

Fue hasta el 30 de agosto de 1973 que se firma el Acta 242 de la CILA intitulada *Solución permanente y definitiva del problema internacional de la salinidad del Río Colorado*, en la cual se alcanzaron las metas de mejoramiento de la calidad del agua que México había propuesto para la solución del problema a expensas de Estados Unidos.

Aunque benéfico en un principio para los usuarios del lado sur de la frontera, aún existen conflictos derivados de la interpretación del Acta 242 y frecuentemente se esgrime que las previsiones del acuerdo resultan desventajosas para México, ya que el cálculo del parámetro considera promedios anuales de salinidad en el agua del río Colorado entregada a México, y que ello al menos facilita las mezclas de agua “buena” y “mala” en el lado americano antes de la entrega a México. El método de medición utilizado actualmente arroja resultados que indican que aunque el agua recibida en México cumple con los parámetros establecidos en el acuerdo internacional, los suelos del Valle de Mexicali continúan con problemas de salinidad (Bernal, 2005: 394).

### **Los sedimentos del río Colorado**

Las grandes avenidas en el cauce principal y algunos afluentes del río Colorado inducen problemas de sedimentos en el agua del río Colorado. Registros oficiales indican que durante los ochenta se acumularon 645,000 m<sup>3</sup> de sedimentos, lo que propició que a principios de la década de los noventa México realizara trabajos de emergencia para desazolver y asegurar las derivaciones de agua al distrito de riego en tiempo y forma. Posteriormente, en 1993 las avenidas del río Gila, un importante afluente del río Colorado originado en Arizona y que vierte justo antes de entregar a México, arrastró y depositó sólo en ese año 11.2 millones de m<sup>3</sup> de sedimentos tanto en el cauce del río Colorado como en la red de distribución del distrito de riego (CONAGUA, 1997).

Durante el proceso de desazolve de los tramos afectados y a efecto de obtener una solución consensuada y equitativa entre los dos países, en 1994 se firmó el Acta 291 de la CILA intitulada *Mejoras a la capacidad de conducción del tramo*

*internacional del Río Colorado*, misma que estableció acciones de emergencia para la remoción de azolves asentados en el cauce de río. Dentro de este acuerdo, México se encargaría de seleccionar un sitio para el depósito de los sedimentos extraídos en forma interina y acondicionar un sitio para su depósito definitivo.

Una de las acciones significativas por el esfuerzo de cooperación, diálogo y coordinación que ella implicó fue la excavación de una caja receptora de sedimentos aguas abajo de la presa internacional José María Morelos, misma que fue construida entre 1999 y 2001 con fondos estadounidenses bajo la coordinación de ambas secciones de la CILA.

### **El revestimiento del Canal Todo Americano**

En 1942 se pone en operación el Canal Todo Americano en la frontera Imperial-Mexicali y con ello Estados Unidos materializa la independencia en el manejo del agua al conducir por territorio propio el agua que utilizan para irrigar sus tierras. Las presiones por el agua en torno al canal no tardaron en presentarse y poco más de 40 años después del inicio de sus operaciones, en 1986, resurge la polémica con la propuesta norteamericana del *Proyecto de revestimiento del Canal Todo Americano*, mismo que en la década de 2000 se presenta como uno de los asuntos más críticos en la agenda binacional del agua (Sánchez, 2006: 18).<sup>2</sup>

Los impactos potenciales que se derivarían con la implementación de esta obra hidráulica son diversos y de efecto gradual en ambos lados de la frontera, aunque por extensión, el área de influencia de dicho proyecto afectaría principalmente a la porción mexicana. Algunos estudios indican que el proyecto reduciría la recarga del acuífero del Valle de Mexicali en el orden del 14% y con ello se induciría el incremento en la concentración de sales en las aguas subterráneas (García Saillé, López y Navarro, 2006: 79). La mayor repercusión fue una significativa reducción en la productividad de suelos y, por ende, de la producción agrícola del Valle de Mexicali, particularmente en los tipos de cultivos dominantes: básicos (trigo), industriales (algodonero) y forrajes (alfalfa) que ocupan tres cuartas partes de la superficie irrigada, mismos que tradicionalmente han impulsado la actividad económica y el desarrollo de la región, toda vez que son altamente demandantes de mano de obra, insumos y recursos financieros.

---

<sup>2</sup> El proyecto considera la construcción de un nuevo canal paralelo al ya existente, mismo que sería recubierto de concreto para eliminar infiltraciones que en su mayor parte fluyen en dirección franca norte-sur, hacia México.



Adicionalmente, los impactos sociales y ambientales también son percibidos de manera anticipada por las comunidades cercanas al área del proyecto de revestimiento del Canal Todo Americano en la porción mexicana. El municipio de Mexicali cuenta con una población de 936, 826 habitantes e incluye una dispersa zona rural que registra 294 poblados; estos últimos suman una población de 203,000 habitantes (INEGI, 2010).

### **Impacto del terremoto 4-4 en el Valle de Mexicali**

La problemática anterior se ve potenciada si se consideran factores adicionales de riesgos naturales como el hecho de que el área de riego y su respectiva infraestructura de distribución de más de 2,600 kilómetros descansan sobre una de las zonas sísmicas más activas del planeta y donde recientemente algunos movimientos de magnitud significativa ha impactado. El 30 de diciembre de 2009 se registró un movimiento telúrico de 5.9 grados y el 4 de abril de 2010 se registró un devastador terremoto de 7.2 grados en la escala de Richter, el más fuerte desde hace 122 años (USGS, 2010). La causa de tal actividad sísmica es que precisamente en la región del Valle de Mexicali se encuentra una frontera de placas tectónicas y por ende se presentan tres importantes fallas geológicas que convergen en la zona, a saber: Falla Imperial, Falla Cerro Prieto y Falla Laguna Salada, en conjunto conocidas como *zona cero* (Figura 1).

Como resultado, el sistema de riego colapsó en diversos segmentos y se afectó en todos sus niveles de operación; 57,000 hectáreas en proceso de producción fueron afectadas al modificarse las características topográficas de la zona centro-sur del Valle de Mexicali (SRL, 2010). Meses después del desastre, las alternativas de solución están aún en análisis por especialistas, los usuarios, Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca, Alimentación y Desarrollo Rural (SAGARPA) y Secretaría de Fomento Agropecuario de Baja California (SEFOA).<sup>3</sup> Las soluciones de largo plazo requerirán mayores esfuerzos y recursos así como una coordinación institucional

---

<sup>3</sup> Los recursos del Fondo para Desastres Naturales del Gobierno Federal (FONDEN) muestran lentitud y retraso, sin embargo, otras alternativas se ponen en marcha. *El programa de renta provisional de permisos de riego* para el ciclo otoño-invierno 2010-2011 y primavera-verano 2011 para usuarios del agua en la zona afectada abarcaría 12,000 hectáreas para apoyar 600 parcelas/usuarios (20 hectáreas promedio) con un pago por parcela/usuario de 7,000 pesos por hectárea. El programa cuenta con fondos federales y es operado por CONAGUA.



efectiva donde el papel de los usuarios del riego es fundamental, sobre todo, para prevenir eventos esperados y la eventual desaceleración de la actividad económica y el desarrollo regional.

## **MARCO METODOLÓGICO PARA EL ANÁLISIS Y PROPUESTAS DE SOLUCIÓN A LOS PROBLEMAS DE GESTIÓN Y MANEJO DEL AGUA**

La problemática hídrica descrita en la sección previa permite visualizar el reto que enfrentan los usuarios organizados del riego considerando que son ellos los que, en términos espaciales, se ven directamente afectados por los aspectos transfronterizos, la presión que sobre ellos ejercen los diferentes sectores productivos y la población en creciente demanda y competencia por un recurso escaso y, adicionalmente, por las condiciones de alto riesgo sísmico de la región, lo cual afecta directamente las condiciones de infraestructura de distribución de agua que los usuarios del riego operan. Todo ello en conjunto impacta negativamente las tareas normales de operación, administración, conservación y desarrollo de infraestructura del distrito de riego. Por lo anterior, se sugiere aquí el uso del marco metodológico de análisis institucional (AI/s-E-F) como herramienta útil en el análisis integral y la búsqueda de soluciones apropiadas a los problemas que los usuarios tienen que encarar permanentemente para lograr un uso eficiente, equitativo y sustentable del agua de riego en el Valle de Mexicali y las consecuentes repercusiones en el desarrollo regional.

### **Fortalezas y características de la metodología de análisis institucional**

Ostrom (1998: 68) establece que el enfoque de análisis institucional y desarrollo (AI) provee de un marco útil para el diseño y evaluación de arreglos institucionales en torno a problemas ambientales y de manejo de recursos naturales. Este marco se enfoca en cómo las reglas, las condiciones físicas y materiales, y los atributos de una comunidad dan forma a las *arenas de acción* e incentivos enfrentados por los individuos y, por lo tanto, cómo esas condiciones se combinan para determinar un resultado. La autora menciona que los componentes generales del marco de análisis institucional se basan en el contexto o lo que llama *arena de acción*, misma que considera un grupo de variables tales como la situación, los actores, las reglas estructurales, los atributos de la comunidad y las condiciones materiales que al final dan forma a la *arena de acción*. Ésta

representa el espacio social dentro del cual los individuos interactúan ya sea intercambiando bienes y servicios, resolviendo problemas, dominando uno al otro, o compitiendo (1998: 70).

Aunque Ostrom (1995: 43) apunta que “no hay una guía que pueda ser utilizada para crear instituciones locales efectivas”, recomienda que “los principios de diseño pueden ser enseñados como parte de programas de extensión... para aprender más unos sobre otros acerca de cómo los éxitos se han alcanzado o cómo evitar algunos tipos de fallas”.

En cuanto a la aplicación del marco de análisis institucional y desarrollo, Ostrom, Gardner y Walker (1994) mencionan su uso extensivo cuando se analizan recursos de uso común (CPR por sus siglas en inglés). Los autores subrayan la existencia de una amplia base de datos empíricos sobre sistemas de riego, mismos que ayudan a refutar supuestos estándar que presumen la incapacidad de los agricultores para auto-organizarse e involucrarse en la costosa acción colectiva a menos que se impongan reglas provenientes de autoridades externas.

Svendsen *et al.* (2005: 4) apuntan que para el contexto particular de cuencas hídricas e irrigación, los arreglos institucionales incluyen típicamente lo siguiente: *a*) un marco legal (políticas, leyes, reglamentos, derechos, regulaciones, acuerdos y costumbres, esto tanto de manera formal como informal); *b*) asociaciones de usuarios del riego con responsabilidades de manejo y administración; y *c*) procesos, mecanismos, y procedimientos para la toma de decisiones, coordinación, negociación y planificación. Por su parte, Waterstone (1996: 9) establece que los problemas aumentan cuando los recursos hídricos cruzan más de una jurisdicción. Tales divisiones geopolíticas frecuentemente dividen sistemas de ríos y acuíferos compartidos y también dichas líneas divisorias favorecen a un grupo de usuarios de recursos mientras que afecta a otros

Este trabajo considera el doble papel de los actores: en forma de individuos (usuarios del riego) y organizaciones (asociaciones de usuarios de módulos de riego) en un contexto institucional particular. En el marco de análisis institucional, el término *papel* se refiere a un grupo de expectativas y tareas asociadas a una función particular (Coward, 1980: 15), mientras que el término *participantes o actores* se refiere a los individuos o grupos que tienen un interés legítimo en los resultados pero que a la vez pudieran o no tener un papel activo en la toma de decisiones. Consecuentemente, los actores en una cuenca hídrica son un subgrupo de participantes en la cuenca y, generalmente, no incluyen a la totalidad de los participantes o usuarios en la cuenca (Svendsen *et al.*, 2005: 7). Este trabajo describe y evalúa el papel cambiante de los usuarios agrícolas del agua en Mexicali considerados en este caso como actores clave para el manejo de aguas transfronterizas y del riego y, por ende, para el desarrollo regional.

En este trabajo, las instituciones informales tales como los hábitos culturales, organizaciones y preferencias son tratados como datos y es la interacción humana la responsable de dar origen y forma a instituciones formales (Schmid, 2004: 11). Una fase subsecuente de análisis de impacto institucional intenta explicar cómo las estructuras internas de las organizaciones y arreglos contractuales afectan el funcionamiento, en este caso, la gestión y manejo de aguas transfronterizas e irrigación. Por lo tanto, el marco institucional define y limita el grupo de organizaciones económicas potencialmente abiertas a un rango de actores económicos.

El entendimiento del análisis de cambio institucional requiere de un modelo evolucionario que atienda lo que Ostrom (1992: 24) ve como la influencia de las instituciones en la formación y transformación del comportamiento humano. En este respecto, Schmid (2004: 16) observa que los individuos nacen en un contexto institucional que da forma y transforma su pensamiento y, en contraparte, ese pensamiento de individuos da forma al contexto institucional. Análisis de cambio institucional debe explicar los cambios a través del tiempo en las instituciones informales y la cultura tanto como los cambios en las instituciones formales.

Este trabajo utiliza el marco analítico de Schmid (2004: 17), mismo que se enfoca en conceptualizar y definir la situación, estructura y funcionamiento (S-E-F) como se anota a continuación:

*Situación (S)* se refiere a las características inherentes de los bienes que afectan la interdependencia. Las características inherentes del *bien* en este análisis, específicamente aguas transfronterizas y de riego, pueden ser categorizadas como un recurso de uso común (CPR, por sus siglas en inglés), mismo que puede ser entendido como un recurso que genera varios tipos de interdependencias. Ostrom (1990) establece que para una situación caracterizada por la presencia de un bien tipo CPR, existen tres fuentes típicas de interdependencia: *a*) incompatibilidad de uso debido a la escasez del bien. Ésta puede crear una externalidad y la pérdida de oportunidades para un grupo de usuarios en el tiempo presente o para futuras generaciones de usuarios; *b*) alto y/o bajo costo de exclusión para el propietario/usuario por costumbre del bien para excluir a otros usuarios. En este tipo de interdependencia, la negociación entre usuarios es fundamental en el juego; y *c*) economías de escala. Éstas se refieren a los costos que declinan por cada unidad adicional del bien en cuestión.

*Estructura (E)* se refiere a las alternativas institucionales que los individuos pueden elegir a efecto de sortear las interdependencias creadas por la situación. Las opciones de estructura institucional pueden ser formales o informales. La estructura institucional también describe las relaciones entre la gente para

determinar las oportunidades relativas. Las estructuras institucionales pueden ser vistas como leyes formales o existentes sólo en hábitos de la mente humana (costumbres). Las estructuras institucionales generales o las formas en que la gente se interrelaciona incluyen: *a*) transacciones administrativas o arreglos jerárquicos de autoridad que guían a las personas; *b*) transacciones negociadas que consideran a la gente guiada por arreglos de igualdad; y *c*) transacciones de costumbre tales como las normas sociales aprendidas o habituales, internalizadas e informales.

*Funcionamiento (F).* Debido a que la gente tiene diferentes intereses que pudieran estar en conflicto, medidas agregadas de bienestar podrían no ser posibles o útiles. Las consecuencias del funcionamiento de estructuras institucionales alternativas deben ser desagregadas en términos sustantivos referidos a *quién obtiene qué bienes*. Las medidas de funcionamiento deberían estar enfocadas a responder la pregunta de quiénes son los intereses que cuentan (quién tiene el poder) dada la institución A comparada con la institución B. Todas las medidas de funcionamiento en el análisis realizado tienen un actor o participante o un grupo de interés suscrito reflejando las partes involucradas en una transacción (Schmid, 2004: 19).

En el Cuadro 1 se anota un marco teórico general que explica vínculos entre situación, estructura y funcionamiento para el caso específico referido a la gestión y manejo de recursos hídricos transfronterizos y riego (CPR) en la región del bajo río Colorado y el Valle de Mexicali.

### **Ensayos de aplicación de la metodología AI/S-E-F a la problemática de gestión y manejo del agua en el Valle de Mexicali**

#### *Metodología S-E-F y la problemática de salinidad del río Colorado*

Para el caso de la problemática de la salinidad, la metodología permite identificar una situación con predominio de tres fuentes de interdependencia humana, en orden de importancia: *a*) incompatibilidad de uso entre México y Estados Unidos en términos de acceso al agua de calidad adecuada; *b*) altos costos de exclusión por parte de Estados Unidos para excluir a México en la entrega de agua de calidad y, *c*) opciones binarias interdependientes para la cooperación binacional con la finalidad de hacer mas equitativas las condiciones de calidad de agua entre ambos países.

Las alternativas de estructuras institucionales que se plantean para enfrentar dicha situación son variadas. En referencia al problema de salinidad de los

Cuadro 1. Fuentes típicas de interdependencia y vínculos entre situación, estructura y funcionamiento para la gestión y manejo de recursos hídricos transfronterizos de uso común

<i>Situación (S)</i>	<i>Estructura (E)</i>	<i>Funcionamiento (F)</i>
Bien: CPR.		
Fuentes de interdependencia:		
A) Incompatibilidad de uso		
a) Entre usuarios agrícolas y urbanos (nivel local).	a1) Los usuarios agrícolas tienen el derecho de propiedad (poder). a2) Usuarios urbanos tienen derecho de propiedad.	a1) Agricultores transfieren agua a la ciudad cuya propuesta es más alta que el precio base. a2) Usuarios urbanos mantienen acceso al agua.
b) Entre usuarios del país A (aguas arriba) y del país B (aguas abajo).	b) Definición imprecisa del factor de propiedad a nivel binacional: f. subterráneas.	b) País B afectado: humedales, agricultura, uso urbano. Incrementan costos para B.
B1) Alto costo de exclusión		
Usuarios agrícolas con derecho:		
a) Entre usuarios agrícolas y urbanos (nivel local).	a) Mercado. Negociación: Usuarios urbanos deben ofrecer. Propiedad imprecisa (acuíferos)	a) Problema de beneficiarios indirectos. Se fortalece sistema de cuotas de la ciudad y consumidores deben pagar aumento costos.
b) Entre usuarios del país A (aguas arriba) y país B (aguas abajo).	b1) Negociación. País B debe ofrecer al país A. b2) Transacción administrativa. estándares y regulación. b3) Transacción tipo hábito social: País B boicotea a país A.	b1) Comportamiento no cooperativo. País A mantiene control unilateral. b2) La regulación favorece al país A y controla acceso. b3) Sin problema de beneficiarios indirectos. El sistema hídrico se comparte.
B2) Bajo costo de exclusión		
a) Entre usuarios agrícolas (sector riego).	a) Mercado y negociación (transferencia de agua): Agricultor A ofrece a B.	a) Comercio de derechos riego: usuarios ganan. Módulos coordinan transferencias.
B3) Cooperación (Sí/No):		
a) Opciones binarias interdependientes (nivel binacional).	a1) Mercado. Con derechos de propiedad definidos. a2) Transacción administrativa (litigación). a3) Transacción negociada (acción colectiva). a4) Transacción de hábito: País B exige derechos a A	a1) Comportamiento no-cooperativo dominante. a2) Prevalece opción dominante y juego suma cero. a3) Diálogo y cooperación y situación ganar-ganar. a4) Logro de derechos compartidos de agua.
C) Economías de escala		
a) Construir infraestructura hidráulica (binacional).	a1) Reglas para compartir costos de construcción y operación. a2) Mercado regulado.	a1) Dificultad para definir pagador de costos fijos y costos variables. a2) Se logran economías de escala.

Metodología de análisis institucional y el marco analítico S-E-F adaptado de Schmid (2004).

años sesenta una falta de definición de los estándares (derechos) de calidad o contenido de sales en el agua del río Colorado en el marco binacional del agua conllevó a la interpretación unilateral del mismo y el consecuente abuso de unos (usuarios aguas arriba) que afectó a otros (usuarios aguas abajo). Sin embargo, el alto costo de exclusión percibido/estimado por Estados Unidos, indujo una transacción de tipo administrativa para establecer estándares de calidad y contenido de sales en el Tratado Internacional de Aguas. Lo anterior fue inducido por el tipo de estructuras institucionales que predominaron y que fueron en un inicio de tipo informal a través de la unificación de fuerzas sociales locales tales como la *unión de uniones campesinas* (CCI, CNC, CNPPR y UAR) y su potencial para movilizar masas y realizar boicot comercial en las garitas de cruce internacional en Mexicali (Ward, 2001: 105-139). Esto influyó en la adecuación de los derechos de ambas partes para recibir agua de calidad equiparable en términos de salinidad. Se establece así en 1973 el Acta 242 para la *solución definitiva al problema de la salinidad del río Colorado* (SRE, 1975).

No obstante lo anterior, el problema de la salinidad continúa en la actualidad. El sistema de monitoreo establecido y operado por CILA considera promedios anuales de contenido de sales en el agua entregada a México y los “picos” diarios o mensuales permiten la entrada y deposición de niveles inadecuados de sales que se acumulan en suelos agrícolas del Valle de Mexicali. La alternativa institucional considera la modificación y establecimiento formal de un mecanismo institucionalizado de medición tendiente a eliminar dichos “picos”.

Para lo anterior, deberán estimarse los costos de exclusión para los Estados Unidos, mismos que deben considerar la compensación económica a México como estructura institucional de tipo administrativa que busque contrarrestar la caída de precios e ingresos sectoriales aún por estimar debido a la reducción de productividad agrícola regional y producción de cosechas para el mercado interno que representa 70% de la superficie cosechada y 47% del valor de la producción, y mercado externo que representa 30% de la superficie cosechada y 53% del valor de la producción en Mexicali y que incluyen cultivos básicos, industriales, forrajeros y hortalizas (Stamatis, 1993: 15-19; SAGARPA, 2010). Esto además de la posibilidad de solicitar una compensación adicional para reparar daños a los suelos agrícolas de Mexicali, tal como sucedió en 1973. Con lo anterior, se plantea dar una solución definitiva al problema de la salinidad del río Colorado, las afectaciones en la agricultura del Valle de Mexicali y el desarrollo regional, toda vez que esta actividad emplea el 11.8% de la población económicamente activa municipal y aporta el 9% del producto interno bruto estatal (Gobierno de Mexicali, 2010).

*Metodología S-E-F y la problemática de sedimentos del río Colorado*

Las particularidades del problema de sedimentos arrastrados por el río Colorado en la porción norteamericana, indican que se enfrentan al menos cuatro fuentes de interdependencia humana en la situación, a saber: *a)* incompatibilidad de uso entre usuarios de un país y otro que ante la escasez, el país del norte utilizó en 1979, 1983, 1986 y 1993 afluentes de mala calidad provenientes del río Gila a efecto de cumplir con la cuota del tratado; *b)* altos costos de exclusión por parte de Estados Unidos; *c)* decisiones binarias interdependientes relacionadas a la cooperación binacional y, *d)* potenciales economías de escala en participaciones bilaterales.

Las alternativas de política de gestión y manejo de aguas transfronterizas que se establecen en este caso se refieren a que existía una indefinición o falta de clarificación de los derechos de cada una de las partes que comparten el recurso de las características de contenidos de sólidos disueltos totales. El cambio en la estructura institucional consideró entonces el establecimiento de reglas para el control de azolves y reparación de daños aguas abajo. En 1994 se establece el Acta 291 de la CILA para las *Mejoras a la capacidad de conducción del tramo internacional del río Colorado*. En consecuencia, el funcionamiento derivado de dicha adecuación institucional al marco binacional de gestión y manejo del agua indujo programas de obras de emergencia y definitivas para la remoción de azolves.

Considerando los altos costos (exclusión) de no realizar dichas obras en ambos lados de la frontera, ambos países lograron la cooperación internacional y alcanzaron economías de escala al invertir de manera conjunta para realizar obras principales como la Presa José María Morelos. Los usuarios de ambos países estimaron la necesidad de mantener el cauce del río y la red hidráulica de cabeza en óptimas condiciones de operación, lo que resultó en beneficio mutuo. En el lado mexicano, se logró reducir los problemas de operación de la red mayor en la zona norte-este del valle donde se producen cerca de 10,000 hectáreas (5% de la superficie total y 21% del valor de la producción global) de hortalizas de alto valor agregado y alta demanda de mano de obra (Cortez, 2005: 342).

*Metodología S-E-F y la problemática del revestimiento del Canal Todo Americano*

Aunque el conflicto del revestimiento del Canal Todo Americano inicia de manera formal (diplomática) a mediados de los ochenta, es hasta mediados de la década pasada cuando se presenta la mayor dinámica institucional en torno al tema. En este caso, se identifican tres fuentes de interdependencia: *a)*



incompatibilidad en uso entre ambos países que limita compartir las infiltraciones del canal; *b*) alto costo de exclusión no propiamente calculado por los Estados Unidos y; *c*) comportamiento institucional no-cooperativo.

Las alternativas institucionales consideradas contemplan que ante la falta de reglas de propiedad claras o inexistentes en materia de aguas subterráneas el asunto de las infiltraciones hacia México no son materia de negociación y pertenecen por completo a los Estados Unidos aunque éstas fluyen hacia y se utilicen en territorio mexicano. Es importante aclarar que si bien es cierto que el agua que se conduce por el canal norteamericano no forma parte del Tratado Internacional y por ende no es materia de exigencia vía diplomática en referencia a las asignaciones del río Colorado (Bernal, 2005: 371-378), también es cierto que las aguas reclamadas por México son subterráneas y han cruzado la frontera desde hace casi 70 años. En este sentido, no debería ser el Tratado Internacional formal sino el *principio del buen vecino*, establecido por la Junta Ambiental del Buen Vecino (GNEB, por sus siglas en inglés) y la cooperación binacional, los procesos institucionales que deberían regir las formas de compartir este recurso que ambos países demandan. No obstante, al fallar este arreglo institucional, el impacto directo es aguas abajo en la conservación de 3,375 hectáreas de humedales (Zamora, Culp e Hinojosa, 2006: 30) y la actividad agrícola en 19,000 hectáreas (Cortez, Donovan y Whiteford, 2009: 128).

Por otra parte, al no efectuarse un cálculo apropiado de los altos costos de exclusión por parte de los Estados Unidos, entonces existe el riesgo de que temas vinculados (migración, comercio, medio ambiente, etcétera) se vean trastocados con el resultado gradual de incremento de costos sociales para ambos países involucrados y usuarios del mismo recurso. Paralelamente, una decisión binaria interdependiente con predominio no-cooperativo por parte de los usuarios aguas arriba induce el establecimiento de estructuras institucionales entre los usuarios aguas abajo caracterizadas por transacciones administrativas de litigación para entablar demandas y reclamar derechos en un contexto de acción colectiva debilitada por falta de recursos y mecanismos coordinados y efectivos de defensa. Como resultado de estas estructuras institucionales prevalece la opción dominante y unilateral del más fuerte (económicamente) para acceder al recurso hídrico en disputa legal (Cortez, Donovan y Whiteford, 2009: 145) y por ende, la predominancia de un juego de suma cero.

#### *Metodología S-E-F y el Terremoto 4-4 del Valle de Mexicali*

El terremoto del 4 de abril del 2010 en el Valle de Mexicali es otro problema que, aunado a los anteriores, impactaran la gestión y manejo del agua al menos

para los próximos 5 o 10 años. En este evento en particular se identifican tres fuentes de interdependencia humana en la situación: *a)* bajo costo de exclusión entre usuarios de la zona norte y los de la zona centro-sur del área de riego (zona afectada por movimientos sísmicos); *b)* decisiones binarias interdependientes de cooperación a nivel local y binacional para el manejo de recursos hídricos, transferencia de derechos de riego, etcétera; y *c)* economías de escala entre asociaciones de usuarios del distrito de riego y entre agencias binacionales (CILA) para la operación y manejo adecuado de volúmenes que no pueden ser recibidos en México.

Las estructuras institucionales que se están implementando para enfrentar dicha situación son del orden local aunque se involucran actores gubernamentales de orden federal como la CONAGUA. La interdependencia de bajo costo de exclusión se presenta porque las alternativas institucionales y sus respectivas respuestas involucran usuarios agrícolas de un mismo distrito de riego, lo que implica bajos costos (sociales y/o económicos) para los actores locales considerando la intervención gubernamental a través de subsidios o medidas de emergencia que buscan subsanar, de manera paulatina, el daño de la zona afectada.

Se propone una combinación de alternativas de política que promuevan los mercados de agua a través de la negociación regulada (por gobierno y asociaciones de usuarios) para la transferencia temporal de derechos de riego entre usuarios agrícolas de la zona centro-sur, quienes no podrán utilizar sus tierras en los próximos cinco ciclos agrícolas y los usuarios de la zona norte del valle y San Luis Río Colorado, todo dentro del mismo distrito de riego (SRL, 2010). Esto se deriva de la institucionalización de decisiones binarias con predominio cooperativo entre usuarios con impacto de funcionamiento institucional positivo toda vez que los usuarios de riego afectados reciben un ingreso permanente, y por otra parte los volúmenes de agua se re-asignan a otros cultivos y áreas del distrito. Consecuentemente, el desarrollo de la actividad agrícola se mantiene normalizada para operar 204,000 hectáreas (de las 207,000 en total), produciendo 49 tipos diferentes de cultivos con un valor de la producción de 265.7 millones de dólares (SAGARPA, 2010).

Adicionalmente, en el orden binacional se plantea la posibilidad de que el agua asignada a México y que no puede ser recibida debido a la infraestructura dañada e inoperante, pudiera ser temporalmente almacenada en el Lago Mead, en Estados Unidos, sin que se contabilice o se pierda en tanto no se envíe a México (CILA, 2010). De manera complementaria, la intervención gubernamental a través de la Secretaría de Hacienda y con la operación de CONAGUA, se ofrece la alternativa institucional del mercado temporal o renta de permisos de riego a los usuarios agrícolas afectados (CONAGUA, 2010), lo cual arroja

beneficios positivos de reducir costos sociales y económicos a los agricultores temporalmente “inactivos”.

La economía de escala se alcanza al formalizar la participación conjunta de una diversidad de actores locales y regionales e incluso internacionales en las tareas de construcción y reconstrucción de infraestructura hidráulica. En esta labor participarán tanto las asociaciones de usuarios como la sociedad del distrito de riego, CONAGUA y empresas privadas. De esta manera se comparten los costos y beneficios de construcción y operación. Lo importante de esta estructura institucional es que los efectos positivos de la política repercuten en beneficios de largo plazo para la gestión y manejo del agua de riego y donde de manera automática se establecen mecanismos de atención coordinada para enfrentar una problemática endógena, natural y permanente de la activa zona sísmica del Valle de Mexicali.

## CONCLUSIONES

La problemática analizada en este trabajo permite visualizar su diversidad y complejidad. Ésta tiene implicaciones directas en la gestión y manejo del agua de riego en el Valle de Mexicali y, por ende, los usuarios organizados en módulos de riego y sociedad del distrito juegan un papel central en su atención para desbloquear las limitantes del desarrollo regional. Ante este reto, se sugiere que los diversos actores sociales, sobre todo las sociedades de regantes, utilicen metodologías de análisis poderosas y comprehensivas que les permitan tomar decisiones efectivas hacia la solución de los problemas.

El marco teórico-metodológico de análisis institucional (AI/S-E-F) representa una opción viable para identificar y caracterizar la situación específica y el tipo de interdependencias humanas que se presentan en la gestión y manejo de recursos hídricos transfronterizos que impactan el riego a nivel local. Este enfoque también facilita la revisión y estimación no determinística de alternativas institucionales tanto formales como informales que pueden implementarse en un contexto particular y, consecuentemente, el impacto que tendrían en la gestión y manejo del agua de riego y el desarrollo regional. El papel de los usuarios agrícolas es clave tanto como entes organizados en organizaciones gremiales de productores como en asociaciones de usuarios del riego.

La metodología permitió caracterizar el problema de la salinidad del río Colorado al identificar tres fuentes de interdependencia: incompatibilidad de uso, altos costos de exclusión y opciones de decisión binaria con predominancia de cooperación. En este caso, las alternativas institucionales fueron

caracterizadas en un inicio por ser de tipo informal tal como la unión de uniones y posterior acción colectiva para presionar con boicot comercial a Estados Unidos. Esta estructura institucional informal dio lugar a la posterior formalización de instituciones como el Acta 242 del tratado internacional de aguas entre México y Estados Unidos en la que se establecen nuevos estándares de calidad y contenido de sales en el río Colorado. De la misma forma, el marco metodológico permite distinguir las tareas pendientes de cambio institucional en esta materia, considerando que los problemas de sales son aún latentes.

Otro de los problemas, el de los sedimentos del río Colorado, presenta cuatro fuentes de interdependencia: incompatibilidad de uso, alto costo de exclusión, decisiones binarias de cooperación y economías de escala. En este contexto, las estructuras institucionales establecidas refieren la necesidad de una adecuación en el marco institucional para efectos de control de azolves, medida que de manera cooperativa realizan ambos países y establecen formalmente en el Acta 291 del tratado. Como resultado se obtiene y garantiza una mejor operación del sistema del río en su porción limítrofe en beneficio de ambas partes.

Uno de los aspectos más críticos en la relación bilateral se refiere al conflicto del revestimiento del Canal Todo Americano. Se identificaron tres fuentes principales de interdependencia humana: incompatibilidad de uso, altos costos de exclusión no ponderados y decisiones binarias con predominancia no-cooperativa. Una definición imprecisa de derechos o diferente interpretación de conceptos de derechos sobre aguas subterráneas fue la estructura predominante que indujo una transacción administrativa de litigación que invariablemente lleva al resultado de suma cero. Según las cortes federales estadounidenses, el país ubicado al norte de la línea fronteriza conserva el derecho de acceso directo y prioritario a los recursos hídricos disputados. No obstante, la estimación de los costos sociales, económicos y ambientales de excluir a México para compartir dicho recurso aún está por observarse, considerando las interdependencias transfronterizas e impactos sobre la migración, el comercio bilateral y el medio ambiente.

Finalmente, el análisis considera el problema inherente de la actividad sísmica intensiva y el terremoto del 4-4 en el Valle de Mexicali que pone a prueba una vez más la capacidad de gestión y manejo de los usuarios del agua de riego. Por naturaleza el problema es también transfronterizo; sin embargo su atención es meramente local aunque los esfuerzos iniciales de atención han implicado la necesidad de cooperación y coordinación internacional con agencias estadounidenses.

En este caso se identifican tres fuentes principales de interdependencia humana: bajo costo de exclusión entre usuarios de un mismo sector y distrito,

decisiones binarias con predominio cooperativo y economías de escala. Aunque el problema es complejo por naturaleza, la ventaja de que se presente en una misma zona de riego favorece la implementación de estructuras institucionales de mercado de derechos de riego en sus modalidades de transferencia intra-módulos o productor-productor o renta temporal de permisos de riego. Esto se presenta en el marco de una transacción negociada y de cooperación entre usuarios de la zona afectada (centro-sur) con los del norte. Como resultado, todos ganan o al menos, las pérdidas son reducidas al mínimo. Adicional y paralelamente, las obras de construcción y reconstrucción se efectúan con recursos humanos y materiales de la región y compartidos con instancias de gobierno, lo que conlleva a economías de escala y reducción de costos sociales y económicos globales y privados.

Como se puede observar, la metodología de análisis institucional propuesta aquí tiene potencial para abordar temas complejos, evaluar el papel de actores clave y coadyuvar en la búsqueda de soluciones institucionales a dichos problemas, al tiempo que guía el funcionamiento efectivo de los usuarios agrícolas del agua hacia una gestión y manejo eficiente, equitativo y sustentable de los recursos hídricos y por ende mantiene las expectativas de desarrollo regional.

### LISTADO Y DEFINICIÓN DE ACRÓNIMOS

AI	Análisis Institucional. Marco teórico-metodológico del estudio.
CCI	Central Campesina Independiente. Organización gremial de agricultores a nivel nacional pero con representaciones locales para la defensa y gestión de crédito, apoyos gubernamentales y manejo del agua (ejidatarios).
CILA	Comisión Internacional de Límites y Aguas-Sección Mexicana. Instancia gubernamental dependiente de la Secretaría de Relaciones Exteriores de México que se encarga de vigilar y aplicar los tratados internacionales sobre límites y aguas entre México y los Estados Unidos.
CNC	Confederación Nacional Campesina. Organización gremial de agricultores a nivel nacional pero con representaciones locales para la defensa y gestión de crédito, apoyos gubernamentales y manejo del agua (ejidatarios).
CNPPR	Confederación Nacional de Pequeños Propietarios Rurales. Organización gremial de agricultores a nivel nacional pero con representaciones locales para la defensa y gestión de crédito, apoyos gubernamentales y manejo del agua (productores sector privado).

CONAGUA	Comisión Nacional del Agua. Instancia dependiente de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México y encargada de administrar y aplicar la Ley de Aguas Nacionales.
CPR	Common Pool Resources o Recursos de uso común.
GNEB	The Good Neighbor Environmental Board o Junta Ambiental del Buen Vecino es un comité independiente de consejeros cuya misión es aconsejar al presidente y congreso de los Estados Unidos sobre temas ambientales fronterizos en la región México-Estados Unidos.
IBWC	International Boundary and Water Commission-Sección Americana. Es la contra parte de la CILA.
IID	Imperial Irrigation District o Distrito de Riego de Imperial en California, Estados Unidos. Instancia técnica encargada de operar el agua de riego y la energía en dicho distrito.
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía e Informática. Instancia dependiente del gobierno federal que se encarga de contabilizar, caracterizar, organizar y difundir la información estadística y demográfica en México.
LIN	Lindero Internacional Norte entre California-Arizona y Baja California y punto de entrega de agua del tratado a México vía Presa Internacional José María Morelos.
LIS	Lindero Internacional Sur entre Arizona y Baja California-Sonora y punto secundario de entrega de agua del tratado a México vía Canal Sánchez Mejorada.
ppm	Partes por millón o cantidad de miligramos de sales disueltas en un litro de agua. Parámetro técnico de medición de concentración salina en el agua.
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Dependencia federal mexicana cabeza de sector y operadora de programas de apoyo al campo.
SEFOA	Secretaría de Fomento Agropecuario dependiente del gobierno del estado de Baja California, México.
S-E-F	Situación-Estructura-Funcionamiento, marco analítico para el análisis institucional.
SRL	Distrito de Riego del Río Colorado, Baja California y Sonora. Sociedad de usuarios del agua de riego.
UAR	Unión Agrícola Regional. Organización gremial de agricultores a nivel estatal para la defensa y gestión de crédito, apoyos gubernamentales y manejo del agua (productores sector privado).
USGS	United States Geological Survey. Servicio Geológico de los Estados Unidos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bernal Rodríguez, Francisco A., “Retos Internacionales para el manejo del agua del Bajo Río Colorado” en Cortez Lara, Alfonso Andrés, Scott Whiteford y Manuel Chávez Márquez (coords.), *Seguridad, agua y desarrollo: el futuro de la frontera México-Estados Unidos*, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte-Michigan State University, 2005, pp. 365-415.
- Comisión Internacional de Límites y Aguas-Sección Mexicana (2010), “Pretende *guardar* el agua, confirma CILA”. Mexicali, BC, *La crónica de Baja California*, Sección 2A, agosto 18 de 2010.
- Comisión Nacional del Agua, *Programa temporal de renta de permisos de riego para enfrentar los efectos del terremoto del 4 de abril de 2010 en el Valle de Mexicali. Documento interno*. Mexicali, B.C., CONAGUA, 2010.
- Comisión Nacional del Agua, *Problemática del Río Colorado. Documento interno*. Mexicali, B. C., CONAGUA, 1997.
- Cortez Lara, Alfonso Andrés, Megan. K. Donovan y Scott Whiteford, “The All-American Canal Lining Dispute: An American Resolution over Mexican Groundwater Rights?” en *Frontera Norte*, Vol. 21, núm. 41, Tijuana, El Colegio de la Frontera Norte, enero-junio de 2009, pp. 127-150.
- Cortez Lara, Alfonso Andrés, Scott Whiteford y Manuel Chávez (coords.), *Seguridad, agua y desarrollo: el futuro de la frontera México-Estados Unidos*, Tijuana, BC, El Colegio de la Frontera Norte-Michigan State University, 2005.
- Cortez Lara, Alfonso Andrés, “Gestión local y binacional del agua del río Colorado: El reto de la región fronteriza California-Baja California”, en Cortez Lara, Alfonso, Scott Whiteford y Manuel Chávez (coords.), *Seguridad, agua y desarrollo: el futuro de la Frontera México-Estados Unidos*, Tijuana, B.C., El Colegio de la Frontera Norte-Michigan State University, 2005, pp. 333-364.
- Coward Jr., Edward, “Irrigation Development: Institutional and Organizational Issues”, en Coward Jr., Edward (ed.), *Irrigation and Agricultural Development in Asia*, Ithaca, N.Y., Cornell University Press, 1980, pp. 15-27.
- Distrito de Riego del Río Colorado (SRL), *Aquí en el Valle. Órgano informativo del Distrito de Riego Río Colorado*, S. de R. L. de I.P. de C. V., núm. 119, Mexicali, B.C., mayo de 2010.
- \_\_\_\_\_, *Problemática de azolves en el Valle de Mexicali. Documento interno*, Mexicali, BC, 2008.
- García Saillé, Gerardo, Ángel López López y Julio Alfonso Navarro Urbina, “Lining the All-American Canal: Its Impact on Aquifer Water Quality



- and crop Yield in Mexicali Valley”, en Sánchez Munguía, Vicente (coord.), *The U.S.–Mexican Border Environment: Lining the All-American Canal: Competition or Cooperation for Water in the U.S.–Mexican Border?*, San Diego, Ca., Southwest Consortium for Environmental Research and Policy, Monograph Series num.13, San Diego State University Press-SCERP-El Colegio de la Frontera Norte, 2006, pp. 77-100.
- González García, José Javier, *Informe preliminar de la observación geodésica con GPS sobre el Canal Reforma del Valle de Mexicali a raíz del enjambre de sistemas de febrero de 2008*, Ensenada, BC, Centro de Investigación Científica y Educación Superior de Ensenada, 2009.
- Gobierno de Mexicali, *Anuario Estadístico 2010*, Mexicali, BC, 2010.
- Herrera Barrientos, Jaime, Manuel Norzagaray Campos, Gerardo García Saillé, Alfonso Andrés Cortez Lara y Doris Jorquera Flores, “Fluctuations in Quality and Levels of Groundwater Near the Mexican-Proximate Portion of the All-American Canal” en Sánchez Munguía, Vicente (coord.), *The U.S.–Mexican Border Environment: Lining the All-American Canal: Competition or Cooperation for Water in the U.S.–Mexican Border?*, San Diego, Ca., Southwest Consortium for Environmental Research and Policy, Monograph Series num.13, San Diego State University Press-SCERP- El Colegio de la Frontera Norte, 2006, pp. 59-76.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía, *Censo de población y vivienda 2010*. Aguascalientes, Ags., México, INEGI, 2011.
- Ostrom, Elinor, “The Institutional Analysis and Development Approach”, en Tusak Loehman, Edna y D. Marc Kilgour (eds.), *Designing Institutions for Environmental and Resource Management*, Cheltenham, UK-Northampton, MA, USA, Edward Elgar, 1998, pp. 68-90.
- \_\_\_\_\_, “Design Complexity to Govern Complexity”, en S. Hanna y M. Munasinghe (eds.), *Property Rights and the Environment: Social and Ecological Issues*, Washington, D.C., The World Bank, 1995, pp. 33-46.
- \_\_\_\_\_, *Crafting Institutions for Self-governing Irrigation Systems*, San Francisco, Ca., Institute for Contemporary Studies Press, 1992.
- \_\_\_\_\_, *Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action*, Cambridge, MA, Cambridge University Press, 1990.
- Ostrom, Elinor, R. Gardner y J. Walker. *Rules, Games, and Common Pool Resources*, Ann Arbor: The University of Michigan Press, 1994.
- Sánchez Munguía, Vicente, “Context and implications for Resolving a Complex Binational Issue: Living the All-American Canal”, en Sánchez Munguía, Vicente (coord.), *The U.S.–Mexican border environment: Living the All-American Canal: Competition or Cooperation for Water in the U.S.–Mexican*

- Border?* San Diego, Ca., Southwest Consortium for Environmental Research and Policy, Monograph Series num. 13, San Diego State University Press-SCERP-El Colegio de la Frontera Norte, 2006, pp. 18.
- Schmid, Allan, A., *Conflict and Cooperation. Institutional and Behavioral Economics*, Malden, MA, Oxford, UK y Carlton, Australia, Blackwell Publishing Ltd., 2004.
- Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA), Delegación Estatal en Baja California, *Programa de información y estudios agropecuarios*. Mexicali, BC, 2010.
- Secretaría de Relaciones Exteriores de México (SRE), *La salinidad del río Colorado: una diferencia internacional*, SRE-Colección del Archivo Histórico Diplomático Mexicano, 1975.
- Stamatis Maldonado, Martha, “La evolución en el patrón de cultivos en el Valle de Mexicali: un análisis regional”, *Cuadernos de Ciencias Sociales*, Universidad Autónoma de Baja California-Instituto de Investigaciones Sociales, Serie 4, núm. 11, Mexicali, BC, 1993.
- Svendsen, Mark, Philippus Wester y François Molle, “Managing River Basins: An Institutional Perspective” en Svendsen, Mark (ed.), *Irrigation and River Basin Management. Options for Governance and Institutions*, Wallingford, UK, Colombo, Sri Lanka y Cambridge, MA, CABI Publishing, 2005, pp. 1-4.
- United States Department of the Interior (USDOI), Bureau of Reclamation (USBOR), Imperial Irrigation District (IID), *Final Environmental Impact Statement/Final Environmental Impact Report. All-American Lining Project*, El Centro, Ca., IID, 1994.
- United States Department of the Interior (USDOI), U.S. Geological Survey (USGS), “Earthquakes Notification Service”, 4 de abril de 2010 (consultado el 4 de abril de 2010), disponible en: <<http://earthquake.usgs.gov/search/mexicali>>.
- Ward, Evan, “Salt of the River, Salt of the Earth. Politics, Science, and Ecological Diplomacy, in the Mexicali Valley (1961-1965)”, en *Frontera Norte*, Vol. 13, núm. 26, Tijuana, BC, El Colegio de la Frontera Norte, julio-diciembre de 2001, pp. 105-139.
- Waterstone, Marvin, “A Conceptual Framework for the Institutional Analysis of Transboundary Water Resources Management: Theoretical Perspectives”, en Ganoulis, Jacques, Lucien Duckstein, Peter Literathy e Istvan Bogardi (eds.), *Transboundary Water Resources Management. Institutional and Engineering Approaches*, New York, Springer, 1996, pp. 9-18.
- Zamora, Francisco, Peter Culp y Osvel Hinojosa, “Looking Beyond the Border: Environmental Consequences of the All-American Canal Project in Mexico and Potential Binational Solutions” en Sánchez Munguía, Vicente (coord.),

*The U.S.-Mexican Border Environment: Lining the All-American Canal: Competition or Cooperation for Water in the U.S.-Mexican Border?*, San Diego, Southwest Consortium for Environmental Research and Policy, Monograph Series num.13, San Diego State University Press-SCERP- El Colegio de la Frontera Norte, 2006, pp. 21-57.