SIMPOSIUM BINACIONAL DEL RIO BRAVO DE FORT QUITMAN A LA PRESA LA AMISTAD

Procedimientos del simposio

14 de junio, 2000
Cuidad Juárez, Chihuahua, Mexico

Secretaríat de la Medio Ambiento y Recursos Naturales de México
Departamento del Interior de los Estados Unidos
Comisión Internacional de Límites y Aguas

Contenido

Simposium Binacional Río Bravo/Rio Grande: Resumen.....*iii*

Declaración Conjunta.....*v*

Mensaje de la Secretaria Julia Carabias de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México.....*vii*

Mensaje del Secretario Bruce Babbitt del Departamento de Interior de los Estados Unidos.....*viii*

Temas de las sesiones y expositores.....*ix*

Tratados de Límites y Aguas entre México y Estados Unidos aplicables al Río Bravo.....1
Manuel Ibarra, Sección estadounidense de la CILA
Antonio Rascón, Sección mexicana de la CILA

Marco jurídico del Río Bravo/ Río Grande alto.....7
Eluid Martinez, Buró de Reclamación

Proyecto de ley del Senado 1- Planificación regional en Texas.....21
Craig Pederson, Texas Water Development Board

Marco legal de la administración de los usos del agua en México.....27
Sergio Moreno Mejía, Comisión Nacional de Agua

Reconstrucción histórica de la ecología del canal y planicie de inundación del Río Grande/Río Bravo y terreno alluvial en el Desierto de Chihuahuahuense.....39
Chris Williams, Fondo Mundial de la Vida Silvestre.

Hidrología y geomorfología del Río Bravo/Rio Grande entre Fort Quitman y la presa La Amistad y las implicaciones para la restauración del rio 75
John C. Schimdt, Universidad Estatal de Utah

Condiciones de la calidad de los recursos hídricosen el tramo Fort Quitman a la presa La Amistad del Rio Grande/ Río Bravo – La perspectiva de los Estados Unidos sobre temas de calidad de los recursos hídricos.....107
Roger Miranda, Comisión de Texas para la Conservación de Recursos Naturales

Calidad del agua en el tramo del Río Bravo entre Fort Quitman y la presa La Amistad.....129
Carlos I. Sánchez Vázquez, Comisión Nacional de Agua

Descripción de las condiciones actuales del hábitat ripario en el Área

de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Ojo Caliente – La Linda, Coahuila.....139
Carlos Alberto Sifuentes Lugo, Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, CONANP, SEMARNAP

Respuestas biológicas y retos de restauración asociados con el patrón de caudal alterado del Rio Grande/Río Bravo.....167
Susan Watts, Universidad de Texas en El Paso

Fauna acuática y disponibilidad del agua en la cuenca del Río Bravo.....177
Salvador Contreras-Banderas, Universidad Autónoma de Nuevo León

Cambios en el siglo XX en los mamíferos y sus hábitats de los mamíferos a lo largo del Río Bravo de Fort Quitman a Amistad.....185
David J. Schmidley, Texas Tech University

Rio Grande/Río Bravo: Río de vida.....209
F. Gus Sánchez, Parque Nacional del Big Bend

Historia o evolución de uso del agua.....219
Roberto Cortez Ocampo, Comisión Nacional de Agua

Operaciónes del Río Grande Director de Aguas del Río Grande.....235
Carlos Rubenstein, Comisión de Texas para la Conservación de Recursos Naturales

Usos actuales del agua, tramo Fort Quitman - presa La Amistad.....247
Juan Emilio García Cardenas, Comisión Nacional del Agua

El futuro del uso del agua en el Río Grande/ Río Bravo, desde Ft. Quitman a la presa La Amistad: La perspectiva de un ambientalista de los Estados Unidos.....263
Steve Harris, Presidente de la Organización para la Restauración del Rio Grande/Río Bravo

Tendencia y uso futuro del agua tramo Fort Quitman – presa La Amistad.....275
Abelardo Amaya Enderle, Comisión Nacional del Agua.

El río como una atracción natural para el turismo.....291
David Alloway, Rancho Estatal del Big Bend

Unidos en la frontera.....301
Ernesto Enkerlin, Director de Pronatura del Noroeste, A.C.

Simposium Binacional Río Bravo/Rio Grande: Tramo Ft. Quitman – Presa La Amistad

Ciudad Juarez, Chihuahua, México – 14 de Junio, 2000

MISION

El Simposium Binacional Río Bravo/Río Grande exploró los complejos asuntos ecológicos que giran en torno a los cambios en la calidad y cantidad de los flujos hidráulicos en el tramo de Fort Quitman a la Presa La Amistad en la cuenca del Río Bravo. Las áreas protegidas en la región incluyen en Estados Unidos al Parque Nacional Big Bend, al Parque Estatal Rancho Big Bend, y a las Áreas de Manejo de la Vida Silvestre de Black Gap; y en México a las Áreas de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena y Maderas del Carmen. El Simposium se enfocó a las condiciones actuales de este tramo del río y a las oportunidades de fomentar y proteger la biodiversidad, utilizando los recursos existentes y disponibles. El Simposium Binacional no trató lo relativo a *cambios* a los tratados internacionales y derechos de administración del agua existente, pero se hicieron presentaciones sobre el actual sistema legal que regula el agua en este tramo del río.

ANTECEDENTES

El Río Bravo/Río Grande es un recurso invaluable para México y Estados Unidos, proporcionando agua que es crítica para el uso urbano, agrícola y sustento único de la fauna silvestre y de los ecosistemas ribereños en la totalidad de la región. El Río Bravo representa a uno de los ecosistemas acuáticos y ribereños más extenso del Desierto Chihuahuense.

Las áreas protegidas contiguas en esta región constituyen más de 560 kilómetros de la línea fronteriza entre México y Los Estados Unidos. La disminución de caudales en esta parte del río – de Fort Quitman a la presa La Amistad - son debidos a las condiciones de desarrollo y de sequía en la cuenca de Río Bravo, las cuales han generado tensión en los ecosistemas y hábitats ribereños. Las aguas del Río Bravo en este tramo son distribuidas a cada país por medio de los Tratados existentes y se utilizan como una fuente de abastecimiento para uso doméstico, agrícola, y para propósitos recreativos.

El Simposium es resultado de la Reunión de la Comisión Binacional en junio de 1999 entre Julia Carabias, Titular de la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de México (SEMARNAP), y Bruce Babbitt, Secretario del Departamento del Interior de Estados Unidos (DOI). En esta reunión discutieron las inquietudes de los encargados de la administración de los recursos naturales en ambos lados de la frontera entre México y Estados Unidos en la región del Big Bend acerca del agotamiento y de los bajos caudales del Río Bravo.

Posteriormente, para atender las instrucciones manifestadas por los Secretarios Carabias y Babbitt, se realizó una reunión especial de los Grupos de Recursos Naturales y Agua en el marco de la Reunión Binacional del Programa Frontera XXI, en Ensenada,

14-15 de mayo 1999, donde se decidióe la realización del Simposium coordinado con la Comisión Internacional de Límites y Aguas, secciónes estadounidense y mexicana.

Aproximadamente 80-100 participantes representando a los gobiernos federal, estatal y local, así como a organizaciones no gubernamentales, y académicas- fueron invitados a participar en este Simposium técnico de un día. El grupo de participantes fue reducido para facilitar la discusión abierta y participativa de los asistentes. Los temas fueron tratados en sesiones por un grupo selecto de expertos técnicos invitados a presentar sus ponencias.

RESULTADOS DEL SIMPOSIUM

Los Secretarios Carabias y Babbitt firmaron una Declaración Conjunta (que se presenta en las páginas siguientes), que creó una estructura para la futura colaboración entre el gobierno y las organizaciones no gubernamentales, sector académico y el público en este tema. Se constituyó un grupo de trabajo binacional bajo la dirección de la Comisión Internacional de Límites y Aguas para desarrollar e instrumentar un plan de acción.

Declaración Conjunta entre la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de los Estados Unidos Mexicanos y el Departamento del Interior de los Estado Unidos de América para Ampliar la Cooperación para Proteger la Integridad Ecológica del Río Bravo/RíoGrande

Considerando que la conservación y la protección del Río Bravo, sus áreas riparias y los otros recursos asociados, constituyen una preocupación común para ambos países, los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América;

Tomando en cuenta la larga historia de cooperación en el ámbito del medio ambiente y de los recursos naturales, que es de interés mutuo entre las dos naciones;

Recordando el Tratado de 1944 entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América en relación al Uso de las Aguas de los Ríos Colorado y Tijuana y el Río Bravo, y el Tratado de 1970 entre los Estados Unidos Mexicanos y los Estados Unidos de América para Resolver las Diferencias Pendientes y Mantener el Río Bravo y el Río Colorado como Límite Internacional;

Reconociendo que nuestros dos gobiernos han facultado a la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) para la aplicación de estos tratados y para la ejecución de los derechos y obligaciones que ambos gobiernos han asumido bajo estos tratados;

Reconociendo las oportunidades para la cooperación futura en relación al desarrollo de estrategias de medio ambiente y recursos naturales para el Río Bravo; y

Reconociendo los esfuerzos crecientes de organizaciones no gubernamentales y de las comunidades en ambos lados de la frontera trabajando para la cuenca hidrológica del Río Bravo:

la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca de México (SEMARNAP) y el Departamento del Interior de los Estados Unidos (DOI) declaran conjuntamente sus preocupaciones por el decremento de la cantidad y calidad del agua, la degradación de los hábitats, las condiciones de sequía y las presiones por el desarrollo que enfrenta el tramo de Fort Quitman a la Presa de La Amistad del Río Bravo/Río Grande.

La SEMARNAP y el DOI tienen el propósito de:

1. formar un grupo de trabajo binacional bajo la dirección de la CILA para el desarrollo de un plan de ejecución de las recomendaciones del Simposium

binacional sobre el Río Bravo, realizado el día 14 de junio del 2000 en Ciudad de Juárez, Chih.

2. examinar opciones y oportunidades para asegurar un flujo mínimo a lo largo de éste tramo del Río Bravo, que mantenga los servicios ambientales, los valores escénicos y el capitál natural de la región.

3. fortalecer las acciones y mecanismos de cooperación para mejorar y conservar los recursos naturales del Río Bravo y sus hábitats riparios asociados;

4. coordinar sus estrategias de política pública relacionadas con la conservación de los recursos naturales dentro del tramo mencionado del Río Bravo;

5. llevar a cabo investigaciones sobre las condiciones biológicas e hidrológicas de la región e implementar estudios conjuntos sobre especies transfronterizas;

6. desarrollar e intercambiar sistemas de información compatibles, incluyendo bases de datos geoespaciales, hidrológicas y biológicas, para asistir a los tomadores de decisiones, a los administradores de suleos y aguas, público en general, para que la gestión ambiental esté basada en información sólida;

7. fomentar la participación pública en el desarrollo de estrategias para la sustentabilidad ambiental;

8. emprender junto con otras organizaciones, incluyendo la CILA, agencias federales y estatales, y organizaciones no gubernamentales, el desarrollo de iniciativas en materia de recursos naturales.

Firmado en Ciudad Juárez, Chih. en duplicado, este día 14 de junio de 2000, en los idiomas español e inglés.

POR LA SECRETARIA DEL MEDIO AMBIENTE, RECURSOS NATURALES Y PESCA DE LOS ESTADO UNIDOS MEXICANOS

POR EL DEPARTAMENTO DEL INTERIOR DE LOS ESTADOS UNIDOS DE AMERICA

Mensaje de la Maestra Julia Carabias
Secretaria de Medio Ambiento, Recursos Naturales, y Pesca

La relación binacional entre México y los Estados Unidos se ha fortalecido enormemente durante los pasados seis años. La relación entre el Departamento del Interior (DOI) y la SEMARNAP ha sido mucho más que una relación de trabajo; hemos desarrollado una cercana amistad a través de los años. Este Simposium es un resultado de ello. Me gustaría agradecer al Secretario Babbit por su apoyo al futuro ambiental de México y por su amistad.

Existen distintos intereses representados el día de hoy en este Simposium: gobiernos de ambos países y organizaciones no gubernamentales que reflejan el interés real por proteger los ecosistemas que compartimos. Durante décadas hemos venido estirando los escasos recursos hidráulicos de la región fronteriza. Se requiere una estrategia de planeación a largo plazo que reduzca los efectos del acelerado crecimiento económico y de la población.

La región fronteriza es un ecosistema rico en flora y fauna, algunas especies de las cuales no existen en otra parte del mundo. El desarrollo sustentable de la región requerirá de considerar a la flora y fauna como uno más de los usuarios del agua del Río Bravo.

El abordar estos asuntos, requiere de una amplia perspectiva a nivel de cuenca. No solamente necesitamos de más infraestructura; también requerimos hacer un uso más eficiente del agua. Necesitamos iniciar un programa de restauración ecológica. Requerimos de identificar áreas ecológicas significativas, métodos para afrontar problemas como la invasión de especies exóticas, y establecer criterios sobre dónde y cómo debemos restaurar el equilibrio.

El Simposium de hoy, es una oportunidad para analizar el futuro de las áreas naturales protegidas en la frontera, y compartir nuestra preocupación con relación a la calidad de uno de nuestros ríos más importantes, y que se constituye en nuestra frontera común: el Río Bravo.

Expreso mi reconocimiento a la coordinación que desempeñó la Comisión Internacional de Límites y Aguas para el desarrollo de este Simposium así como nuestro propósito de continuar la cooperación con esta institución, para atender en forma conjunta los aspectos ribereños de preocupación en el marco de los tratados en materia de límites y aguas existentes entre los gobiernos de los dos países.

Esta es una excelente oportunidad para comprometernos con este tipo de análisis. Es el inicio de un diálogo, en el esfuerzo por alcanzar un entendimiento común del problema y buscar soluciones de manera conjunta.

Mensaje del Bruce Babbit
Secretario de Departamento del Interior de los Estados Unidos

Durante un viaje que realizamos conjuntamente la Secretaria Carabias y yo, que inició en Cuatro Ciénegas y terminó en el Big Bend, discutimos varios asuntos y preocupaciones que ambos compartimos con relación a la salud ecológica de nuestros ecosistemas fronterizos. En el Parque Nacional Big Bend, nos preguntamos si "pudiéramos ser tan audaces para invitar a todos los involucrados con el Río Bravo a platicar sobre los problemas ecológicos del río". Asumimos que ésta podría ser una propuesta riesgosa, pero sabíamos que hay mucho que decir y poco que perder.

Este río que ambos compartimos, afronta una gran crisis. Es un río pequeño presionado por el enorme crecimiento económico y demanda de agua. Durante su trayecto desde su origen en Colorado hasta su desembocadura en el Golfo de México, el Río Bravo está en vías de sufrir un colapso.

El primer problema consiste en que no hemos platicado entre ambos países lo suficiente. Todos estamos temerosos de que ello signifique ceder algo. Deseo que esta reunión sea el inicio de un nuevo curso de acción para el Río Bravo, en el que la voluntad nos ayude a forjar una mayor confianza. Deseo que lo que surja de esta reunión, se constituya en el inicio de un nuevo canal de comunicación entre ambos países.

Existen formas de manejar esta cuenca hidrológica de mejor manera. Es posible dejar al sistema con más y mejores recursos, en los que todos, en ambos lados, estemos satisfechos con esta extraordinaria cuenca.

Quiero extender mi agradecimiento a la Secretaria Carabias por compartir esta visión. Tengo el más profundo respeto por la Maestra Carabias y valoro su amistad.

También, quiero agradecer a la Comisión Internacional de Límites y Aguas y muy particularmente a los Comisionados de los Estados Unidos y México por su apoyo en este asunto importante de la salud ecológica del río. DOI y SEMARNAP trabajaron en conjunto con la CILA para organizar este Simposium, y pretendemos continuar esta cooperación para dar seguimiento a los asuntos que surgirán hoy.

TEMAS DE LAS SESIONES Y EXPOSITORES

Sesión I. Marco jurídico e institucional para el manejo del Río Bravo/ Río Grande: Presentar el marco jurídico e institucional de los acuerdos internacionales y el manejo nacional del Río Bravo/ Río Grande.

(1) Tratados de Límites y Aguas entre México y Estados Unidos aplicables al Río Bravo
Manuel Ibarra, Sección estadounidense de la CILA
Antonio Rascón, Sección mexicana de la CILA

(3) Marco Jurídico del Alto Río Bravo/ Río Grande
Eluid Martinez, Buró de Reclamación

(4) Proyecto de Ley del Senado 1- Planificación regional en Texas
Craig Pederson, Texas Water Development Board

(5) Marco Legal de la Administración de los usos del agua en México
Sergio Moreno Mejía, Gerencia de Administración de Agua (CNA).

Sesión II - Características Hidrológicas y Recursos Biológicos del Río Bravo entre Fort Quitman a la Presa La Amistad: Describir y discutir las condiciones del río, su interacción con la diversidad biológica y todos los factores que al paso del tiempo han cambiado las condiciones del río y su hábitats relacionados en el tramo entre Ft. Quitman y La Amistad. Además, los panelistas discutirán los huecos existentes en la información y en el conocimiento científico, desde un punto de vista biológico, ecológico e hidrológico, para poder identificar las necesidades de investigación.

(1)Reconstrucción Histórica de la Ecología del Canal y Planicie de inundación del Río Grande/Río Bravo en el Desierto Chihuahuense: Pre-1916
Chris Williams, Fondo Mundial de la Vida Silvestre.

(2) Hidrología y Geomorfología del Río Bravo/Rio Grande entre Fort Quitman y presa La Amistad
Jack Schimdt, Departamento de Geomorfología y Recursos de la Tierra de la Universidad Estatal de Utah.

(3) Condiciones de la calidad del agua del Rio Grande/Río Bravo en el tramo Fort Quitman a la Presa La Amistad – La perspectiva de Estados Unidos en los aspectos de calidad del agua
Roger Miranda, Comisión de Texas para la Conservación de Recursos Naturales.

(4) Calidad del Agua en el tramo del Río Bravo entre Fort Quitman y presa La Amistad
Carlos I. Sanchez V., Estudios de Calidad del Agua de CNA.

(5) Descripción de las Condiciones Actuales del Hábitat Ripario en el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, en la porción Ojo Caliente – La Linda, Coah. del Río Bravo
Carlos Sifuentes, Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, CONANP, SEMARNAP

(6) Respuestas biológicas y retos de restauración asociados con el patrón alterado de flujo del Rio Grande/Río Bravo
Susan Watts, Universidad de Texas en El Paso.

(7) Fauna Acuática y Disponibilidad del Agua en la cuenca del Río Bravo
Salvador Contreras, Biólogo, Universidad Autónoma de Nuevo León.

(8) Cambios en el siglo XX en los mamíferos y sus hábitats a lo largo del Río Bravo de Fort Quitman a la presa La Amistad
David Schmidley, Departamento de Ciencias Biológicas, Texas Tech University.

Sesión III – Tendencias y Desarrollo socio-económico: Describir desde la perspectiva de México y Estados Unidos, el uso histórico, actual y potencial uso futuro del agua de la cuenca del Río Bravo y las tendencias sociales, económicas y de desarrollo para poder identificar los valores presentes de los recursos hidrológicos.

(1) Rio Grande/Río Bravo: Río de Vida
Gus Sanchez, Parque Nacional del Big Bend.

(2) Historia o Evolución de uso del agua en el Río Bravo
Roberto Cortez, Sub-Gerente Regional de Administración de Agua de la Comisión Nacional del Agua.

(3) Operaciones de la Dirección de Aguas del Rio Grande
Carlos Rubenstein, Comisión de Texas para la Conservación de Recursos Naturales

(4) Usos actuales del agua, tramo Fort Quitman a Presa La Amistad
Juan Emilio García C., Sub-Gerente Regional Técnico Comisión Nacional del Agua.

(5) El futuro uso del agua en el Rio Grande/ Río Bravo, entre Fort Quitman y La Presa La amistad. Una perspectiva de un Ambientalista Estadounidense.
Steve Harris, Presidente de la Organización para la Restauración del Rio Grande/Río Bravo.

(6) Tendencia y uso futuro del agua tramo Fort Quitman – presa La Amistad
Abelardo Amaya E., Gerente Regional Río Bravo, Comisión Nacional del Agua.

(7) El río como una atracción natural para el turismo
David Alloway, Departamento de Parques y Vida Silvestre de Texas. Parque Estatal del Big Bend Ranch.

(8) Unidos en la Frontera
Ernesto Enkerlin, Director de Pronatura del Noroeste, A.C.

Restauración del Río: Presentación por el cuerpo de ingenieros.

Sesión IV – Oportunidades futuras: Oportunidades para mejorar las condiciones del río en el caso de contar con recursos de agua disponibles.

Esta Sesión fue presidida por la Secretaria de la SEMARNAP, Julia Carabias y el Secretario del Departamento del Interior, Bruce Babbitt. Los presidentes de las Sesiones I – III presentaron a los Secretarios los reportes de sus sesiones, y los Secretarios expresaron sus conclusiones.

TRATADOS DE LÍMITES Y AGUAS ENTRE MÉXICO Y LOS ESTADOS UNIDOS APLICABLES AL RÍO BRAVO / RÍO GRANDE

Secretario, Manuel R. Ybarra[1] Ingeniero principal, Antonio Rascón Mendoza[2]

RESUMEN

México y Los Estados Unidos, en la Convención de 1906, y el Tratado de 1944,establecen sus derechos y compromisos sobre las aguas del Río Bravo en el tramo deéste río que forma la línea divisoria internacional a lo largo de 2,019 kilómetros (1.254 millas). Estos compromisos consideran la asignación de aguas para cada país de la cuenca del Río Bravo, la meta de regular y aprovechar el uso más benéfico de las aguas asignadas, esto a través de las estructuras internacionales comunes de almacenamiento y para el control de inundaciones, el establecimiento de las prioridades para el uso de estas aguas en el desarrollo de actividades internacionales y solución de problemas de saneamiento en la frontera. Además, los Estados Unidos y México establecieron ciertos procedimientos para la solución y la prevención de diferencias sobre la ubicación del límite internacional en el tramo en el cual el Río Bravo forma la frontera . Los Estados Unidos y México confían la aplicación de los términos de estos tratados y de las diferencias que puedan surgir de su aplicación a la Comisión Internacional de Límites y Aguas (IBWC, por sus siglas en inglés).

Este trabajo destaca los términos claves de estos tres tratados con un enfoque en las disposiciones principales que afectan el tramo desde Fort Quitman, Texas, hasta la Presa Internacional Amistad del Río Bravo. Entre estas disposiciones se encuentran los convenios internacionales, conocidos como Actas de CILA, que ofrecen un medio para aplicar las disposiciones generales de los tratados de límites y aguas específicamente y en detalle según fuera necesario en cada caso. Se tratan los términos de las cinco Actas de CILA que contemplan mejoras al cauce del río, así como actividades tendientes a mejorar la calidad de sus agua. También se lleva una discusión sobre otras disposiciones del tratado. Estas disposiciones incluyen la prohibición para construir ciertas obras en el cauce del río o sus tierras adyacentes en cada uno de los países, así como actividades que los dos gobiernos pueden realizar para garantizar la continuidad del río como un límite internacional y la distribución de caudales normales en el Río Bravo.

Este trabajo hace notar las condiciones que afectan la cantidad y la calidad de las aguas del Río Bravo y el esfuerzo de los dos gobiernos para abordar estos temas. Finalmente, el trabajo destaca las disposiciones de los tratados sobre limitaciones impuestas a la utilización y las oportunidades y las políticas de cada Gobierno con respecto a la aplicación de los tratados en cada país respectivo.

México y Los Estados Unidos, en laConvención de 1906, y el Tratado de 1944, establecen sus derechos y compromisos sobre las aguas del Río Bravo en el tramo de éste río forma la línea divisoria internacional a lo largo de 2,019 kilómetros (1.254 millas) Estos compromisos consideran la asignación de aguas para cada país de la cuenca del Río Bravo, la meta de regular

y aprovechar el uso mas benefico de las aguas asignadas, esto a traves de las estructuras internacionales comunes de almacenamiento y para el control de inundaciones, el establecimiento de las prioridades para el uso de estas aguas en el desarrollo de actividades internacionales y solución de problemas de saneamiento en la frontera. Además, los Estados Unidos y México establecieron ciertos procedimientos para la solución y la prevención de diferencias sobre la ubicación del límite internacional en el tramo en el cual el Río Bravo forma la frontera. Los Estados Unidos y México confían la aplicación de los términos de estos tratados y de las diferencias que puedan surgir de su aplicación a la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) . En la actualidad, la aplicación de estos tratados se realiza en una frontera cuya población se ha incrementado diez veces desde 1944 y cuya población enfrenta el reto de satisfacer sus propias necesidades de agua y las del entorno físico y natural. La vigilancia conjunta de la calidad de las aguas internacionales del Río Bravo revela principalmente contaminación con bacterias aguas abajo de los centros urbanos más importantes. Durante los últimos siete años, los influjos a las presas internacionales fueron menos que normales y, en consecuencia, los niveles de almacenamiento de aguas revelaron niveles bajos. La CILA continúa liderando el esfuerzo de los dos países en abordar estos temas de cantidad y calidad en el marco de los términos establecidos en el tratado y las políticas de cada uno de los Gobiernos en lo que respecta a la aplicación de las disposiciones de tratados en cada país. .

La CILA representa mas de un siglo de experiencia en el manejo de sus límites y aguas entre los Estados Unidos y México a través de una organización internacional, la cual esta ubicada en la frontera, con jurisdicción a lo largo de 3,141 kilómetros (1,952 millas) y con poderes, deberes y responsabilidades para aplicar los tratados referentes a límites y aguas. La CILA fue establecida por tratado en 1889[3] como la Comisión Internacional de Límites (IBC, por sus siglas en inglés) y luego fue modificado y ampliado su nombre como la CILA por virtud del Tratado de Aguas de 1944[4].

La Convención de 1906[5] dispone la distribución de aguas del Río Bravo en el tramo inicial de 143 kilómetros (89 millas) de este río internacional, desde El Paso, Texas - Ciudad Juárez, Chihuahua a Fort Quitman, Texas - Cajoncitos, Chihuahua. Este segmento incluye el área metropolitana de El Paso - Juárez con una población estimada superior a 2 millones y unos 100.000 acres de tierras de riego. El cauce principal del Río Bravo y sus zonas de inundación están limitados por la canalización realizada por los Estados Unidos y México según la Convención de 1933[6] y por obras completamente en los Estados Unidos a fin de facilitar los abastecimientos de agua a México, de acuerdo con el convenio de 1906[7]. La Convención de 906 nació de las consecuencias desastrosas de un conflicto por el agotamiento de los recursos hídricos en la zona de El Paso, zona al sur de Nuevo México, y Juárez, como resultado de usos incrementados en el sur de Colorado. La oportunidad para el convenio surgió en el contexto de los mandatos congresionales de los Estados Unidos para la construcción de instalaciones grandes para el almacenamiento de agua y sistemas de distribución en el oeste árido. En este acuerdo, los Estados Unidos aceptaron la obligación de suministrar a México 60.000 acres pies (af) ó 74 millones de metros cúbicos (m^3) en un punto específico del Río Bravo en El Paso- Ciudad Juárez. La Convención establece un calendario específico para los abastecimientos de México. Los Estados Unidos se hacen cargo de los costos totales del almacenamiento y el abastecimiento de

estas aguas a México desde el sistema de presas Elephant Butte - Caballo. Los suministros a México pueden reducirse en cantidad en el caso de sequía extraordinaria o accidente serio en el sistema que dificulte la provisión del servicio. En tal caso, los abastecimientos se reducen en la misma proporción para México y los usuarios de agua en los Estados Unidos.

En aplicación de la Convención de 1906, los Estados Unidos y México autorizan cada año a los Comisionados de la CILA a modificar el calendario de abastecimiento en un esfuerzo cooperativo para permitir a los usuarios de agua del Valle Juárez utilizar las aguas propiedad de México en circunstancias más actualizadas[6]. Por otra parte, los Comisionados de la CILA tienen autoridad para responder por los suministros de la Convención de 1906, de manera que México puede redirigir las aguas a un punto más bajo en el curso en relación con el punto de abastecimiento actual.

El Tratado de Aguas de 1944 establece en el Artículo 4 los derechos de cada país a las aguas del Río Bravo en 1.876 kilómetros (1.165 millas) desde Fort Quitman, Texas - Cajoncitos[7]. De las aguas del Río Bravo, el Tratado asigna a los Estados Unidos todas las aguas que llegan al cauce principal del Río Bravo de siete afluentes nombrados en los Estados Unidos, un tercio del caudal que llegan al cauce principal del río proveniente de seis afluentes medidos mexicanos nombrados y establece que este tercero no tendrá menos de 431.731 Mm3 anualmente (350.000 acres pies anualmente), como cantidad promedio en ciclos quinquenales consecutivos, y la mitad de los demás caudales en el cauce principal del Río Bravo aguas abajo de Fort Quitman. El Tratado asigna a México todas las aguas que llegan al cauce l principal del Río Bravo de los Ríos San Juan y Alamo, incluidos los flujos de retorno de las tierras regadas por esos dos ríos; dos tercios del caudal en el cauce principal del Río Bravo de los Ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondido y Salado medidos, y el Arroyo Las Vacas, sujetos a ciertas disposiciones, y la mitad de los otros flujos al cauce principal del Río Bravo aguas abajo de Fort Quitman.

El Tratado de 1944 además dispone que los dos Gobiernos construyan, operen y mantengan conjuntamente sobre el cauce principal del Río Bravo los diques necesarios para la conservación, el almacenamiento y la regulación del mayor caudal anual del río para permitir que cada país utilice óptimamente las aguas asignadas.[8] Según estos términos, la CILA diseñó y construyó las Presas internacionales Amistad y Falcón. La Presa Falcón está ubicada a aproximadamente 75 millas (121 km) aguas abajo de Laredo, Texas y Nuevo Laredo, Tamaulipas; comprende una estructura de presa de tierra y rocas de 5 millas (8 kilómetros) de extensión y un vertedero 150 pies (45,72 metros) sobre el lecho del río. El embalse tiene una capacidad de conservación de 2.667.000 acres pies (3.291.000.000 metros cúbicos). La Presa Amistad está ubicada 12 millas aguas arriba (19 kilómetros) de Del Río, Texas y Ciudad Acuña, 254 pies (77,4 metros) sobre el lecho del río y con una extensión de 6,1 millas (10 km). Su capacidad de conservación es 3.505.000 acres pies (4.324.000.000 metros cúbicos). Según los términos del Tratado de 1944, los dos Gobiernos comparten la generación de energía de las plantas hidroeléctricas ubicadas en cada país[9]. Las superficies de agua de las represas son libres y comúnes para ambos países[10].

El Tratado de Aguas de 1944 establece reglas sobre el uso del cauce del río para transportar las aguas que pertenecen a cada país[11] y sobre la operación de los embalses internacionales, así como para la contabilidad internacional de las aguas que pertenecen a cada país.

Finalmente, el Tratado de Aguas de 1944 otorga a la CILA la autoridad para planificación de las obras que se utilizarán en el control de inundaciones. La CILA ha ejecutado esta disposición en la construcción, la operación y el mantenimiento de un proyecto para el control de inundaciones en el delta del Río Bravo y en las zonas de Presidio, Texas - Ojinaga, Chihuahua[12].

El tercero de los tratados entre Estados Unidos y México es el resultado de aproximadamente 100 años de experiencia en el tratamiento de esos cambios en el límite internacional dados los movimientos en el Río Bravo. La CILA ha comenzado a tratar estos temas mediante la aplicación de varios tratados de límites a finales del siglo XIX y a comienzos del siglo XX. En los años de su formación como la Comisión Internacional de Límites, la CILA logró la solución pacífica en aproximadamente 230 casos y 12,140 hectáreas (30.000 acres) de tierras transferidas de un país a otro. En 1970, los Estados Unidos y México consideraron esta experiencia al concluir un tratado que resolvería todas las diferencias de límites pendientes y renovaría el compromiso de mantener el cauce del Río Bravo como el límite internacional.[13] De acuerdo con este tratado, la CILA reubicó el cauce del río en la zona de Presidio – Ojinaga, y la zona aguas arriba de Hidalgo, Texas y Reynosa, Tamaulpas[14] y puso en vigencia los requisitos para un mapa fronterizo entre Estados Unidos y México con la demarcación del límite nuevo. Este tratado ofrece a los dos gobiernos diferentes herramientas para que la CILA considere maneras de conservar la ubicación del límite y evitar problemas futuros relacionados con los movimientos en el río[15] .

Según estos términos, la CILA emprendió un proyecto para excavar un canal de bajo caudal donde fuera necesario en el tramo de 320.1 kilómetros (198.8 millas) del Río Bravo, entre Ft. Quitman – Cajoncitos y Presidio – Ojinaga.[16] El Proyecto para la Restauración de la Frontera se propuso restablecer el cauce del río fronterizo en las áreas en que el Río Bravo había perdido su carácter de frontera internacional. En este tramo convergen caudales pequeños de los valles El Paso – Juárez. Incluye una serie de cañones y valles estrechos y está sujeto al escurrimiento en esta subcuenca pequeña de diferentes arroyos afluentes después de tormentas. Cantidades importantes de sedimentos y la proliferación de tamariscos han dificultado la definición del canal, lo cual contribuye a inundaciones localizadas y al problema internacional de falta de precisión en la determinación del límite. El proyecto incluyó la excavación de un canal de tierra de aproximadamente 6 pies (1,8 metros) de profundidad y 16,4 pies (11,6 metros) de ancho en la base. Por otra parte, el Proyecto para la Conservación de la Frontera incluyó un programa de ordenamiento de especies vegetales, en el cual se conservaron 25 pies (7,62 metros) de vegetación en el canal excavado y se retiró 56 pies de área de inundación en tierras adyacentes. Mediante medidas adoptadas en su Declaración de Impacto Ambiental, se garantizó la conservación de álamos de mejor calidad y la colocación de la vegetación retirada y material excavado en montículos para refugio de la vida silvestre fuera de la zona de inundación. La

construcción inicial se realizó desde 1980 a 1988. Inundaciones demoraron la construcción y tornaron impráctico el mantenimiento del canal.

Las Actas de la CILA representan las decisiones formales adoptadas en nombre de los dos gobiernos según los términos del Tratado de Aguas de 1944. Este tratado concede a la Comisión la autoridad, el deber y la facultad de aplicar los tratados de límites y aguas y resolver toda diferencia que pueda surgir de la aplicación de estos convenios internacionales. Las Actas de la CILA constituyen la base firme para los diferentes proyectos de cooperación conjunta emprendidos bajo la supervisión de la Comisión.

Los convenios entre Estados Unidos y México y las Actas de la CILA concluidas en el marco de estos tratados representan términos internacionales. Para el cumplimento de estos acuerdos, cada gobierno establece la legislación nacional necesaria para satisfacer los términos de los acuerdos internacionales. En los Estados Unidos, el Comisionado de la CILA por Estados Unidos tiene la autoridad concedida por leyes del Congreso de los Estados Unidos. Además, el Congreso de Estados Unidos ha sancionado leyes que autorizan a otros organismos que no son la Sección Estadounidense de la CILA a llevar a cabo proyectos sobre recursos hídricos y control de la contaminación, entre otros, los cuales contribuyen en parte a la aplicación de los tratados de límites y aguas. Entre estos se encuentra la autorización del Proyecto del Río Bravo y el Pacto del Río Bravo.

Para concluir, los Estados Unidos y México han establecido los términos de la relación con respecto a límites y aguas en diferentes tratados y convenios internacionales promocionados por una comisión internacional fronteriza que opera según los lineamientos del Departamento de Estado de los Estados Unidos y la Secretaría de Relaciones Exteriores de México. Estos convenios sirven de base a diferentes proyectos de cooperación conjunta para la utilización máxima de las aguas del Río Bravo asignadas a cada país y ofrecen las herramientas para la organización internacional en cuanto a temas de definición de frontera en lo que respecta a la ubicación del Río Bravo. Dichos convenios representan obligaciones aceptadas por cada país, cuyo cumplimiento es supervisado por los Comisionados de la CILA, quienes también deben garantizar la protección de los derechos aceptados por cada país en estos convenios. Finalmente, los convenios internacionales ofrecen a los dos gobiernos una herramienta dinámica que se confió a la CILA para la cooperación con otras agencias gubernamentales a fin de abordar problemas que puedan surgir en la relación importante de aguas y límites entre los Estados Unidos y México.

MARCO JURÍDICO DEL RÍO GRANDE/RÍO BRAVO ALTO

Eluid L. Martínez[1]

RESUMEN

La *Bureau of Reclamation* tiene la responsabilidad de administrar proyectos hídricos federales de gran envergadura en el Río Grande/Río Bravo, sobre Fort Quitman, y coordinar temas fronterizos con la Comisión Internacional de Límites y Aguas. La administración y la operación de estos sistemas están determinadas por convenios internacionales con México así como pactos interestatales entre los diferentes estados participantes. De esta manera, Recuperación se convierte en una parte interesada dado que se relaciona con los cambios en operaciones existentes o nuevo desarrollo propuesto de recursos a lo largo de la frontera.

Como administradores internacionales de los recursos hídricos, enfrentamos retos mutuos. En primer lugar, debemos abordar el problema cada vez más difícil de determinar la mejor manera de distribuir un recurso escaso entre usos en competencia. En segundo lugar, debemos procurar mantener las iniciativas para proteger e intensificar la calidad de los recursos hídricos. En tercer lugar, habida cuenta de los dos primeros retos, debemos preguntarnos si existen oportunidades para aumentar nuestra oferta de agua a fin de satisfacer las necesidades de la población en crecimiento, mantener la economía y proteger el medio ambiente.

Las metas de la *Bureau of Reclamation* son administrar sus proyectos con mayor sensibilidad ambiental, identificar oportunidades para poner en práctica iniciativas para la restauración ambiental, y llevar a cabo programas y actividades con mayor preocupación por los valores ambientales. La base económica en algunas de las regiones geográficas en las que Recuperación administra proyectos estuvo, en un momento, principalmente ligada a la agricultura de riego. Algunas de estas regiones, incluidas las que se encuentran a lo largo de la frontera de Estados Unidos/México, están creciendo rápidamente y aumentan los usos en competencia de los recursos hídricos. Hay un desplazamiento en la demanda de agua del uso en la agricultura al uso a nivel municipal e industrial, entre otros. En respuesta a prioridades nacionales y a valores de la sociedad cambiantes, Recuperación explora oportunidades de manera dinámica y participa en la

---

[1]Eluid L. Martinez, Commissioner of Bureau of Reclamation, United States Department of the Interior, 1849 C Street N.W., Washington D.C. 20240-0001, (tel) 202-208-4157

Recuperación explora oportunidades de manera dinámica y participa en la integración de tecnologías innovadoras que se centran en un enfoque equilibrado para satisfacer dichas necesidades cambiantes.

INTRODUCCIÓN

"Cuando el pozo está seco, apreciamos el valor del agua." Estas palabras proféticas, escritas por Benjamín Franklin hace 250 años, pueden, y tal vez debieran, constituir el lema de este simposio.

Paul Horgan, en su libro "Great River: The Rio Grande in North American History" [Gran Río: El Río Grande en la Historia Norteamericana] describió al Río Grande/Río Bravo como "...un río adecuado, aunque nunca caudaloso, excepto en marea creciente, que ha recibido la atención en los tiempos modernos de una administración preocupada ... pero en muchos lugares el río solo se ha convertido en un desborde, y en otros en un río completamente seco, el cual recupera su caudal solo por inundaciones de afluentes locales, que de lo contrario son secos o de escaso caudal y por agua freática en disminución, esto siempre frente a necesidades de recursos en crecimiento tanto en Estados Unidos como en México".

Este simposio requerirá que, en calidad de administradores de los recursos hídricos, evaluemos nuestras funciones en este gran río, el Río Grande/Río Bravo, y examinemos nuestra "administración preocupada".

Anunciado el tema de la sesión, debo indicar que las autoridades de la Oficina de Recuperación sobre el Río Grande se encuentran principalmente sobre Fort Quitman, Texas, en la cuenca alta del Río Grande. No obstante, nuestras acciones y proyectos en Colorado, Nuevo México, y el oeste de Texas son importantes para comprender las limitaciones y las oportunidades en el tramo del río debajo de Fort Quitman.

MISIÓN Y METAS DE LA *BUREAU OF RECLAMATION*

La *Bureau of Reclamation* administra y protege el agua y los recursos relacionados de manera ambiental y económicamente eficiente. En el cumplimiento de su misión y en la propugnación de un enfoque equilibrado a la custodia de los recursos naturales, Recuperación trabaja en alianza estrecha con sus muchos clientes para lograr el uso eficaz y efectivo del agua y los recursos hídricos y mejorar la administración de los recursos existentes.

Recuperación es el segundo abastecedor mayorista de agua más importante en los Estados Unidos y es el quinto generador de energía eléctrica de mayor envergadura de los Estados Unidos, con la administración de establecimientos para el proyecto de fines múltiples en relación con los recursos hídricos que incluyen 348 embalses, aproximadamente 70.000 millas de canales y otras instalaciones para la conducción y la distribución del agua, y 58 centrales hidroeléctricas.

Las metas de Recuperación son administrar sus proyectos con mayor sensibilidad ambiental, identificar oportunidades para poner en práctica iniciativas para la restauración ambiental, y llevar a cabo programas y actividades con mayor preocupación por los valores ambientales. La base económica en algunas de las regiones geográficas en las que Recuperación administra proyectos estuvo, en un momento, principalmente ligada a la agricultura de riego. Algunas de estas regiones, incluidas las que se encuentran a lo largo de la frontera de Estados Unidos/México, están creciendo rápidamente y aumentan los usos en competencia de los recursos hídricos. Hay un desplazamiento en la demanda de agua del uso en la agricultura al uso a nivel municipal e industrial, entre otros. En respuesta a prioridades nacionales y a valores de la sociedad cambiantes, Recuperación explora oportunidades de manera dinámica y participa en la integración de tecnologías innovadoras que se centran en un enfoque equilibrado para satisfacer dichas necesidades cambiantes.

La necesidad de nuestros servicios debe ser evidente. Siempre que nuestras poblaciones continúen creciendo, la demanda de agua aumentará. Con el incremento de la demanda, aumentarán los litigios contenciosos por la asignación y el uso del agua. Aquí, en el oeste de los Estados Unidos y el norte de México, los conflictos se han tornado especialmente contenciosos en el lapso de los últimos 40 años. Las tasas de crecimiento de la población en el oeste de los Estados Unidos y el norte de México se han incrementado a un ritmo mayor que en el resto de México y los Estados Unidos en su totalidad. Se estima que la zona de El Paso, Texas/Juárez, México, tendrá aproximadamente 3,3 millones de personas en el año 2010, con lo cual será la base de población más extensa en la región.

RETOS COMPARTIDOS PARA LA ADMINISTRACIÓN HÍDRICA

Como administradores internacionales de los recursos hídricos, enfrentamos retos mutuos. En primer lugar, debemos abordar el problema cada vez más difícil de determinar la mejor manera de distribuir un recurso escaso entre usos en competencia. En segundo lugar, debemos procurar mantener las iniciativas para proteger e intensificar la calidad de los recursos hídricos. En tercer lugar, habida cuenta de los dos primeros retos, debemos preguntarnos si existen

lugar, habida cuenta de los dos primeros retos, debemos preguntarnos si existen oportunidades para aumentar nuestra oferta de agua a fin de satisfacer las necesidades de la población en crecimiento, mantener la economía y proteger el medio ambiente.

Recuperación trata temas complejos en relación con los recursos hídricos y terrestres a lo largo de la frontera internacional con México, desde California a Texas. Un tema común de estas cuestiones es la cantidad de agua y el reto de administrar el abastecimiento de agua compartido y limitado por parte de los *Estados Unidos y México.*

Recuperación tiene la responsabilidad de administrar proyectos hídricos federales de gran envergadura en el Río Grande/Río Bravo, sobre Fort Quitman, y coordinar temas fronterizos con la Comisión Internacional de Límites y Aguas. La administración y la operación de estos sistemas están determinadas por convenios internacionales con México así como pactos interestatales entre los diferentes estados participantes. De esta manera, Recuperación se convierte en una parte interesada dado que se relaciona con los cambios en operaciones existentes o nuevo desarrollo propuesto de recursos a lo largo de la frontera.

El marco jurídico que rige la administración y la asignación de las aguas superficiales de la cuenca alta del Río Grande/Río Bravo en la sección de Texas/México es bastante complejo. Esta complejidad se debe a la naturaleza transfronteriza e interestatal de muchos de los recursos hídricos de la Cuenca; el legado de naciones y culturas diferentes que han gobernado la región y la función de diferentes sectores con intereses sustanciales en competencia.

PERSPECTIVA HISTÓRICA

El Río Grande nace en el estado de Colorado y fluye en dirección sur a lo largo de 1.800 millas. Recorre la longitud del estado de Nuevo México, forma el límite entre los Estados Unidos y México y luego entra al Golfo de México. El río se divide en dos secciones diferentes en la garganta angosta unas cuantas millas debajo de Fort Quitman, Texas. La sección que comprende el Río Grande alto es la principal zona bajo la influencia de la Oficina de Recuperación. Las secciones de Estados Unidos y México de la Comisión Internacional de Límites y Aguas son responsables del río en el límite internacional, más la sección de Estados Unidos que es responsable del tramo en los Estados Unidos debajo del Dique Caballo.

La cuenca alta del Río Grande/Río Bravo fue objeto de desarrollo agrícola temprano con pueblos aborígenes de los Estados Unidos que hasta el presente ejercen su parte de los derechos sobre el agua en el norte de Nuevo México. La

Cuenca se desarrolló rápidamente durante el período colonial español, pero por mucho el desarrollo más rápido y la desviación del Río Grande para propósitos agrícolas tuvo lugar al cabo de la construcción de los ferrocarriles en el Valle de San Luis, al sur de Colorado, desde 1860 a 1890.

Entre 1860 y 1890, aproximadamente 400.000 acres de tierra fueron convertidos para el desarrollo agrícola por los colonos en el Valle de San Luis, al sur del Colorado, en esencia "secando" al río en la línea estatal de Colorado/Nuevo México.

Durante el período 1880-1900, la superficie de riego aumentó de 131.475 a 412.829 acres. En 1930, había un total de 722.393 acres de riego. Este desarrollo agrícola tuvo un impacto adverso en el caudal del Río Grande en los Valles de El Paso y Juárez[1].

Una de las primeras indicaciones de problemas en el abastecimiento de agua se registró en un informe oficial que data de 1889. En el informe del Mayor O.H. Ernst, Cuerpo de Ingenieros del Ejército Estadounidense, al Jefe de Ingenieros, se realizó la siguiente afirmación sobre el Río Grande/Río Bravo:

> La descarga baja de agua del Río Grande en el Embudo (sobre Albuquerque) es 480 pies cúbicos por segundo. En El Paso, en el nivel más bajo, el agua deja de fluir y, excepto en hoyas separadas, el lecho se seca completamente. La disminución del caudal se debe probablemente a la evaporación y a la captación de partes del mismo para riego. A mi juicio, el flujo no merece mejoras por el Gobierno General.

El Congreso de los Estados Unidos, en relación con problemas y temas de distribución interestatal, aprobó una resolución simultánea el 29 de abril de 1890 que solicitaba al Presidente de los Estados Unidos negociar con México para resolver los aspectos internacionales del Río Grande[2].

El 10 de septiembre de 1894, el Canciller mexicano Matías Romero presentó un reclamo formal ante la Secretaría de Agricultura de los Estados Unidos que desviaciones en aumento en el estado de Colorado ocasionaban daños a las fincas en el Valle de Juárez[3].

Según un convenio del 6 de mayo de 1896, México y los Estados Unidos aceptaron formar una comisión conjunta para investigar los recursos hídricos del Río Grande/Río Bravo Alto e informar sobre la "manera más conveniente y más viable ... de regular el uso de las aguas del mencionado río a fin de garantizar a

cada país involucrado y a sus habitantes sus derechos legales y equitativos y los intereses en las mencionadas aguas"[4].

En su informe del 25 de noviembre de 1896, la comisión conjunta determinó que el desarrollo de superficie de riego en el Valle de San Luis en Colorado había disminuido el caudal en El Paso y Juárez, y que la construcción de un embalse para captar las aguas de crecida del Río Grande sería la modalidad más adecuada y más viable para lograr una distribución equitativa. La comisión conjunta culminó su informe con un resultado y una recomendación que los dos gobiernos celebraran un convenio para solucionar finalmente la distribución de las aguas del Río Grande. Además, recomendó que los Estados Unidos evitaran de alguna manera la construcción de embalses grandes en el Río Grande en Nuevo México o evitaran la construcción de un embalse de este tipo más adelante a partir del uso de aguas a las cuales tenían derechos los ciudadanos de los valles de El Paso y Juárez [5].

El 5 de diciembre de 1896, la Secretaría del Interior emitió una suspensión para todas las solicitudes de derechos de paso para fines de riego en Nuevo México y Colorado. El resultado de esta acción fue el embargo de 1896 que evitó el desarrollo de riego de toda magnitud en la Cuenca del Río Grande en Colorado y Nuevo México. Con solo algunas modificaciones en 1907, el embargo permaneció en vigencia hasta mayo de 1925. Mientras que el embargo se mantuvo en vigencia, fue imposible construir establecimientos para el almacenamiento. Las objeciones al embargo por los estados de Nuevo México y Colorado concedieron el ímpetu que llevó a la negociación del Pacto del Río Grande.

El Compromiso de 1904 (Decimosegundo Congreso Internacional sobre Riego)

El Departamento del Interior había recopilado activamente datos sobre los ríos occidentales desde la Encuesta sobre Riego de 1888, y a principios de 1902 – justo antes de la aprobación de la Ley sobre Recuperación – se inició una investigación sobre las aguas en la región de El Paso a fin de informar sobre el mejor método para solucionar el bloqueo general sobre el Río Grande.

En respuesta a inquietudes internacionales, el Secretario de Estado instó al Departamento del Interior a hallar una solución al problema, sugiriendo que la Ley sobre Recuperación de 1902 (que dio origen al Servicio de Recuperación, precursor de la Oficina de Recuperación) podría ofrece una solución interestatal e internacional[6].

En noviembre de 1904, el Servicio de Recuperación presentó un documento que representó un compromiso en la reunión del Decimosegundo Congreso sobre Riego que se celebró en El Paso, Texas. Los ingenieros de Recuperación presentaron planes para un Proyecto del Río Grande por el cual aguas del Embalse Elephant Butte serían liberadas a fin de abastecer el sur de Nuevo México, el oeste de Texas, y el Valle de Juárez. El Proyecto del Río Grande, el cual incluyó al Dique y la Represa Elephant Butte, fue uno de los primeros proyectos autorizados por el Congreso de los Estados Unidos después de la aprobación de la Ley sobre Recuperación.

Convención del Río Grande y Tratado sobre las Aguas de México de 1906

Los Estados Unidos y México se reunieron para intentar llegar a un acuerdo sobre temas de aguas internacionales. Bajo los términos de un convenio sobre aguas internacionales celebrado en 1906, los Estados Unidos se comprometieron a un abastecimiento anual de 60.000 acres/pies de agua perpetuamente a México en Juárez.

Pacto del Río Grande de 1938

A fin de garantizar el cumplimiento del Tratado de México de 1906, y con la autorización del Congreso para el Proyecto federal del Río Grande, el Servicio de Recuperación avanzó con la construcción de un dique y una represa en Elephant Butte. No obstante, continuó el conflicto interestatal entre los estados de Colorado, Nuevo México y Texas. Colorado y Nuevo México no pudieron llevar a cabo los proyectos para el almacenamiento de aguas y riego en la Cuenca Alta del Río Grande/Río Bravo como resultado del embargo de 1896. Reclamos frecuentes contra el embargo dieron origen a un acuerdo para convocar a una comisión a la que se le solicitó el estudio del abastecimiento de agua y la redacción de un pacto interestatal entre los estados.

El Pacto del Río Grande de 1938 dispone la distribución de la parte de los Estados Unidos de las aguas del Río Grande entre Colorado, Nuevo México, y Texas sobre Fort Quitman, Texas. El pacto establece calendarios para ejecutar las obligaciones de Colorado de abastecer agua en el río en la línea estatal de Colorado/Nuevo México y la obligación de Nuevo México de abastecer agua a la Represa Elephant Butte (desde la cual se transfiere a usuarios río abajo en Nuevo México y Texas). Las disposiciones del pacto permiten ciertos créditos y débitos devengados entre los estados, los cuales resultan en controversia de larga data y litigación prolongada entre los estados.

El Pacto del Río Grande es administrado por la Comisión del Pacto del Río Grande que incluye a tres comisionados del Pacto, uno de cada estado y un director sin derecho a voto nominado por el Presidente. Al igual que el tratado internacional sobre aguas, el Pacto del Río Grande solo hace referencia a la asignación de aguas superficiales.

ESFUERZOS Y RETOS FUTUROS

Los antecedentes sobre conflictos interestatales que condujeron al Pacto del Río Grande de 1938 simplemente prepararon el terreno y presentaron las posibilidades actuales de distribución para este simposio sobre el Río Grande/Río Bravo. Es conveniente recordar que los conflictos y, de manera más importante, los compromisos siempre han formado parte del Río Grande/Río Bravo. Hoy, nos reunimos para discutir oportunidades para la restauración apropiada del Río Bravo debajo de Juárez y El Paso.

La Ley sobre Especies en Peligro de Extinción de 1972 es una ley federal que insta a considerar temas ambientales desde muchas perspectivas. Los propósitos de la ley son a) ofrecer un medio por el cual puedan conservarse los ecosistemas de los que dependen las especies en peligro de extinción y (2) ofrecer un programa para la conservación y la recuperación de esas especies. La ley se concentra en ecosistemas que incluyen a las comunidades biológicas y el hábitat y el entorno físico que las rodea. No obstante, algunas veces la ley produce la concentración de acciones de ordenación en necesidades muy específicas con respecto a hábitats de una especie determinada. Tal vez sea difícil trabajar a estos dos niveles cuando se administran recursos hídricos para usuarios de agua y el medio ambiente.

Considero que continuaremos procurando objetivos comunes con los estados, los gobiernos locales y los usuarios de agua, los distritos tradiciones de agua y energía y los clientes así como nuestros nuevos aliados públicos. La elección de las palabras "aliados públicos" fue intencional. No solo tratamos con grupos ambientales y recreativos, sino que nos convertimos en sus aliados. No solo trabajamos con partes interesadas en un proceso desactualizado y burocrático. Los incluimos desde el inicio como miembros valiosos, con participación plena en nuestro proceso de toma de decisiones.

No debemos comenzar una batalla cuesta arriba contra mareas cambiantes de valores públicos, más bien debemos reflejar los valores públicos en nuestras acciones de ordenación. Tal vez aun no lo entendamos completamente, especialmente en la búsqueda del equilibrio entre satisfacer las necesidades de

nuestros clientes tradicionales e incluir a las nuevas partes en el proceso, pero ya hemos superado el punto de considerar a todas las partes interesadas nuevas como "bárbaros ante la fortaleza".

La posición de Recuperación ha sido, y continuará siendo, trabajar de manera cooperativa con los usuarios de agua y otros organismos del gobierno para contribuir a la administración y la protección de nuestros recursos hídricos. Al tiempo que observamos los mandatos del Congreso y las autorizaciones, debemos trabajar dentro del sistema legal para abordar los conflictos en la gestión de los recursos hídricos y algunas veces nos vemos obligados a participar en batallas legales.

Como ejemplo de los retos actuales en la administración de un río en una región árida, me gustaría destacar algunos de los litigios actuales que afectan a la comunidad del agua a lo largo del Río Grande, sobre Fort Quitman, además de informarles sobre esfuerzos claves de Recuperación.

1. Ambientalistas contra Recuperación y el Cuerpo de Ingenieros (Sanguinerola plateada del Río Grande, et al. contra Eluid L. Martínez, et al.)

El 15 de noviembre de 1999, después de una notificación de intención de demanda en enero de 1999, varios grupos ambientalistas presentaron una demanda colectiva contra Recuperación y el Cuerpo de Ingenieros por violaciones a la Ley sobre Especies en Peligro de Extinción y la Ley Nacional sobre Políticas Ambientales con respecto a sanguinerola plateada y papamoscas del sauce del sudoeste.

El 25 de enero de 2000, Recuperación presentó una respuesta al reclamo de los ambientalistas que negaba las mencionadas violaciones a los estatutos. En este momento, finalizamos la consulta o nos encontramos en el proceso de consultar con el Servicio de Pesca y Flora y Fauna Silvestres sobre acciones discrecionales en relación con la ordenación del agua y el mantenimiento del río sobre el Río Grande Medio en Nuevo México.

Además de estas actividades de consulta, Recuperación ha participado en diferentes actividades bajo la Ley sobre Especies en Peligro de Extinción para beneficio de las especies. Estas acciones incluyen convenios dinámicos y de cooperación con otras partes interesadas en el río que no pertenecen al ámbito federal para beneficio del Río Grande Medio y de especies incluidas en la lista federal.

Recuperación también lidera esfuerzos en la comunidad para la ordenación del agua en el Río Grande Medio y Alto a fin de determinar la posibilidad de establecer medidas para la conservación del agua y buscar oportunidades para mejorar la gestión de los recursos hídricos. La formulación del Modelo de Operaciones de Recursos Hídricos del Río Grande Alto es la piedra angular de esta iniciativa.

En el transcurso de los últimos cuatro años, Recuperación ha garantizado y administrado el agua para complementar el abastecimiento de agua del Río Grande Medio y continuará dichas iniciativas. Del mismo modo, me gustaría reiterar que todas las actividades de Recuperación se analizan según la Ley Nacional sobre Políticas Ambientales, la cual se observa.

2. Distrito de Conservación del Río Grande Medio/Ambientalistas del Estado de Nuevo México contra el Servicio de Pesca y Flora y Fauna Silvestres (Distrito de Conservación del Río Grande Medio contra Bruce Babbitt, et al.)/relaciones exteriores del Estado de Nuevo México, Oficina del Ingeniero Estatal, et al., contra Bruce Babbitt et. al. (Guardias Forestales, et al., contra Bruce Babbitt)

Recuperación no es una parte en estos pleitos, y no haré referencia a las características específicas del caso. No obstante, me gustaría ofrecer una descripción general breve de la situación.

Con la designación de hábitat crítico para la sanguinerola plateada del Río Grande (vigente a partir del 5 de agosto de 1999), el estado de Nuevo México, el Distrito de Conservación del Río Grande Medio y la ciudad de Río Rancho presentaron notificaciones de intención de demanda contra el Servicio de Pesca y Flora y Fauna Silvestres de los Estados Unidos por violaciones a la Ley sobre Especies en Peligro de Extinción.

Las demandas sostienen que el Servicio de Pesca y Flora y Fauna Silvestres violó la Ley sobre Especies en Peligro de Extinción dado que no basó la designación en los mejores datos científicos disponibles, y no evaluó adecuadamente las repercusiones económicas, entre otras, de la designación. El estado de Nuevo México y el Distrito de Conservación del Río Grande Medio presentaron también demandas similares por incumplimiento con la Ley Nacional sobre Políticas Ambientales.

En octubre de 1999, los Guardias Forestales y el Centro Ambiental del Sudoeste también presentaron una notificación de intención de demanda contra el Servicio de Pesca y Flora y Fauna Silvestres por violaciones a la Ley sobre Especies en Peligro de Extinción cuando se designa hábitat crítico para la

sanguinerola plateada del Río Grande. Los grupos argumentan que el organismo falló al no designar tramos del río fuera del centro de Nuevo México y un tramo del Río Grande Medio debajo de San Marcial que son esenciales para la recuperación de las especies.

Recuperación continuará trabajando para reunir a las partes de manera que procuren soluciones comunes a los temas de especies en peligro de extinción en el Río Grande Medio. Estamos dedicados a resolver los problemas de ordenación de los recursos hídricos en colaboración con las partes interesadas locales. Como en el pasado, tomaremos medidas anticipatorias para contribuir a la recuperación de especies amenazadas y en peligro de extinción dentro de los límites de nuestras autorizaciones y leyes estatales y federales.

3. Título Latente para las Aguas del Proyecto del Río Grande (Estados Unidos de América contra el Distrito de Riego Elephant Butte, et al.)

El 12 de junio de 1997, los Estados Unidos presentaron una demanda ante el Juzgado de Distrito en Nuevo México para imponer su título a los derechos sobre los recursos hídricos para el proyecto y proteger la capacidad del gobierno de satisfacer los requisitos para abastecer agua como parte del Proyecto del Río Grande, según lo autorizan el tratado internacional, el pacto interestatal y los estatutos y los contratos federales. Se trata de derechos sobre los recursos hídricos en poder de los Estados Unidos con derecho prioritario que se remonta al menos a 1906. En particular, los Estados Unidos argumentan que "el Congreso ha autorizado el uso de agua del Proyecto del Río Grande para riego y otros propósitos, incluida la generación de energía, usos municipales e industriales, recreación, pesca, flora y fauna silvestres, entre otros propósitos diversos ... El Proyecto del Río Grande suministra agua para recreación a miles de residentes de Nuevo México y Texas y abastece agua a los peces y la flora y la fauna silvestres".

Ante la solicitud de la legislatura de Nuevo México, presenté la posición de Estados Unidos sobre este litigio en mi testimonio del 10 de noviembre de 1997.

4. Contratos de terceras partes para convertir aguas del proyecto de riego a aguas para uso municipal e industrial (Proyecto del Río Grande, Texas, y Nuevo México)

Mediante una serie de contratos existentes que se remontan a 1941, Recuperación y el Distrito No. 1 para el Mejoramiento de los Recursos Hídricos del Condado de El Paso han permitido la conversión de aguas de riego del

proyecto a aguas para uso municipal e industrial por El Paso, Texas. La ciudad de El Paso tiene la necesidad básica de obtener abastecimiento estable, a largo plazo de aguas de superficie a fin de complementar su fuente de aguas subterráneas que han sido objeto de agotamiento severo por el crecimiento explosivo en El Paso y la localidad vecina de Juárez, México. La única fuente de aguas superficiales en la zona de El Paso es el agua de riego del Proyecto del Río Grande.

Recuperación apoya esta conversión de aguas de riego del proyecto a aguas para el uso municipal e industrial siempre que se realice dentro de la autoridad y de los límites de la Ley sobre Propósitos Múltiples de 1920.

CONCLUSIÓN

Problemas complicados rara vez tienen soluciones simples. Los temas biológicos son tan complejos como los temas legales. La Cuenca Superior del Río Grande/Río Bravo, con las especies nativas interestatales de los Estados Unidos y en vías de extinción y las cuestiones internacionales es un problema tan complicado como cualquier problema que abordamos en Recuperación. La Oficina de Recuperación, el Servicio de Pesca y Flora y Fauna Silvestres de los Estados Unidos y el Cuerpo de Ingenieros mantienen el compromiso con la conservación del ecosistema del Río Grande y la recuperación de sus especies en peligro de extinción. Al mismo tiempo, somos conscientes de la importancia profunda del Río Grande para la salud socioeconómica y cultural de Nuevo México y estamos abocados a encontrar una solución en colaboración con las partes locales. Debemos trabajar juntos para que este enfoque sea satisfactorio.

Al comienzo de un nuevo milenio, la política occidental sobre aguas está cambiando con nuevos desafíos. A diferencia de las dificultades que enfrenta Recuperación en otras partes del oeste de los Estados Unidos donde los retos relacionados con el consumo de agua se remontan solo 100 años atrás, en el Río Grande/Río Bravo, los retos para el consumo de agua datan de siglos. Mediante la formulación de un pacto interestatal entre Colorado, Nuevo México, y Texas, conjuntamente con un tratado con México, se dio cabida en general a los usos tradicionales con la construcción de sistemas para el almacenamiento y el abastecimiento.

La era de construir grandes proyectos de recuperación en los Estados Unidos está llegando a su fin. En la actualidad, los administradores de los ríos en ambos países enfrentan demandas no tradicionales sobre oferta y uso para satisfacer valores ambientales. Nuestra tarea es administrar los proyectos de una manera más "positiva para el río", como lo estamos haciendo en la actualidad en

el Río Colorado. Nuestra tarea es promover el uso más eficaz de aguas en tierras que ahora se utilizan para la producción. Nuestra tarea no es principalmente crear ofertas nuevas sino utilizar de mejor manera las existentes.

Tenemos problemas con la asignación y la distribución, pero pueden resolverse en parte mediante el uso de mercados de agua, conservación y otras innovaciones. La tarea del siglo próximo será restaurar los ríos, las marismas y la pesca sin dejar de satisfacer los beneficios del proyecto autorizados y las necesidades humanas de recursos hídricos.

---

1. "Planificación regional, Parte VI – Investigación conjunta sobre el Río Grande Alto." Comité Nacional sobre Recursos, febrero de 1938, página 69, cuadro 57.

2. Douglass R. Littlefield, "Conflictos, compromisos y pactos sobre aguas estatales: El Río Grande 1880–1938." Disertación doctoral, 1987.

3. Documentos sobre relaciones exteriores de los Estados Unidos con el mensaje anual del Presidente ante el Congreso, 3 de diciembre de 1894. Imprenta del Gobierno de los Estados Unidos, 1895.

4. Ottomar Hamele, "El embargo en el Río Grande Alto", página 8. Archivos de la Oficina del Ingeniero del Estado de Nuevo México.

5. Ibid, páginas 9-11.

6. M. de Aspiroz a John Hay, 3 de junio de 1904, archivo 690, Box 468, Archivos del Proyecto del Río Grande, Registros de la Oficina de Recuperación.

PROYECTO DE LEY DEL SENADO 1 – PLANIFICACIÓN REGIONAL EN TEXAS

Craig D. Pederson[1]

RESUMEN

En 1997, tras una sequía perjudicial, la Legislatura de Texas aprobó un nuevo estatuto importante en materia de agua, Proyecto de Ley del Senado 1 (o SB 1). Esta legislación general repercutió en la mayoría de los aspectos de política de recursos hídricos en el estado. Discutiblemente, su impacto más importante fue en el área de planificación del agua.

Con anterioridad, la Junta para el Desarrollo de Aguas de Texas (TWDB, por su sigla en inglés), un organismo estatal, preparó un plan estatal hidráulico. Si bien el público aportó comentarios y conocimientos, el proceso estuvo determinado en gran parte por el estado. SB 1 cambió todo esto dado que, bajo esta legislación, el estado (mediante el imperio del estatuto y el organismo) creó el marco legal (los parámetros) para la planificación. La autoridad reglamentaria amplia se definió más mediante disposiciones aprobadas por la TWDB. El organismo luego creó regiones en el estado en las cuales y para la cuales se realizaría la planificación. A continuación designó por ley a miembros del grupo de planificación inicial representantes de intereses diferentes para que crearan Grupos Regionales para el Ordenamiento de Aguas. Todas las acciones del organismo se beneficiaron y fueron el resultado de comentarios y contribuciones amplias del público.

Los Grupos Regionales para el Ordenamiento de Aguas (GROA) tienen la responsabilidad principal de formular planes hidráulicos para comunidades y otros usuarios del agua en la región. La función del estado se limita a resolver diferencias interregionales. Los primeros planes regionales vencen el 5 de enero de 2001. La Junta para el Desarrollo de Aguas de Texas reunirá luego los planes regionales en un plan hidráulico estatal antes del 5 de enero de 2002.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO DE LEY DEL SENADO 1: PROCESO DE PLANIFICACIÓN REGIONAL

Uno de los aspectos de la legislación fue la redefinición del proceso de ordenamiento de aguas en Texas. Con anterioridad, la planificación del agua había sido realizada de manera desordenada por el estado; por un lado, se creó un documento de política amplia para el estado y, por otro lado, los gobiernos locales y las autoridades regionales ejecutaron sus propios planes para el agua, que no se vincularon necesariamente con el plan estatal. El Proyecto de Ley del Senado 1

[1] Craig Pedersen, Executive Administrator, Texas Waer Development Board. P.O. Box 13231, 1700 N. Congress Avenue, Austin, Texas 78711-3231 (tel) 512-463-7847 (fax) 512-475-2053 (email) info@twdb.state.tx.us

responsabilizó primariamente a Texas por la formulación de planes del agua a fin de orientar el desarrollo de los recursos hídricos a 50 años con grupos regionales de planificación en representación de varias regiones estatales y grupos de interés específico en esas regiones. La función principal del estado fue definir las reglas y los procedimientos amplios que orientarían la acción de los grupos de planificación regional, definirían las regiones y designarían a los miembros iniciales del grupo de planificación que comenzarían el trabajo de los grupos regionales de planificación. Las otras funciones del Estado fueron suministrar asistencia financiera para lograr esta planificación, definir demandas para los usuarios de agua y proyecciones de población y resolver diferencias interregionales. Los Grupos Regionales de Planificación del Agua ejercen gran influencia en el proceso de planificación. Estos cambios en la ley modificaron en gran medida el marco básico de planificación, con una orientación totalmente renovada, a diferencia de la estrategia anterior liderada por el estado. El primer conjunto de planes regionales de agua bajo el elemento nuevo vence el 5 de enero de 2001 (Código de Agua de Texas (TWC, por su sigla en inglés) §16.053 (i)). La Junta para el Desarrollo de Aguas de Texas reunirá luego los planes regionales de agua en un plan de agua estatal antes del 5 de enero de 2002. Los planes actualizados vencen cada cinco años en adelante (TWC §§16.051 (a)).

ESTABLECIMIENTO DEL MARCO PARA LA PLANIFICACIÓN REGIONAL

En febrero de 1998, aproximadamente cinco meses y medio después de la fecha de entrada en vigor del Proyecto de Ley del Senado 1, la Junta para el Desarrollo de Aguas de Texas finalizó las reglas que determinarían el proceso de planificación regional, definió los límites de las zonas de planificación regional y designó a los miembros iniciales de los grupos regionales de planificación. Los miembros del grupo deben incluir representantes de 11 categorías de interés que fueron especificadas por la Legislatura de Texas. Estas incluyen servicios públicos de agua potable, pequeñas empresas e intereses agrícolas y ambientales. Los grupos regionales de planificación pueden complementar estas listas siempre que lo permitan los estatutos operativos, pero en ningún caso pueden omitir intereses apropiados. Se definieron también los límites y las definiciones de los grupos regionales de planificación. El estado estableció 16 zonas regionales de planificación que incluyeron zonas de servicios hidrológicos y comunidad de criterios de interés. En las reglas adoptadas, la Junta determinó procedimientos para definir los parámetros amplios sobre la manera en que los grupos de planificación necesitan definir demandas de agua y suministros disponibles y las estrategias requeridas para equilibrar esas ecuaciones. Gran parte del proceso de reglamentación se dedicó al establecimiento de relaciones con otros grupos regionales de planificación y aquellos fuera del Estado de Texas que comparten recursos hídricos con estas regiones y las personas que puedan estar interesadas en el proceso de planificación.

El proceso de planificación ha incluido la representación de Nuevo México, Luisiana y la República Federal de México. Tres zonas de planificación regional incluyen el Río Grande/Río Bravo, y dos de estas tres zonas utilizan una parte importante de los recursos de agua del Río Grande. Estos dos grupos regionales han invitado a representantes mexicanos a participar en el proceso.

Los procesos de designación de zonas de planificación, selección de los miembros iniciales de los grupos de planificación y formulación de reglas son historias dignas de disertaciones doctorales. Pero basta decir que estos procesos procedieron con menos sobresaltos que nadie lo hubiera imaginado al comienzo, y continuamos trabajando con estas designaciones hasta el presente, en gran medida sin cambios.

EL TRABAJO DEL GRUPO REGIONAL DE PLANIFICACIÓN

Los grupos de planificación regional se encuentran en proceso de formular estrategias para satisfacer las demandas de recursos hídricos para el horizonte de planificación a 50 años. Deben formularse soluciones relativamente detalladas para las necesidades inmediatas hasta 30 años, mientras que soluciones más genéricas pueden ofrecerse para las necesidades de 40 a 50 años. Estas designaciones se crearon para representar de manera realista los tiempos de liderazgo prolongados necesarios para realizar los proyectos en el lapso de 0 a 30 años, aun reconociendo que el ordenamiento de 40 a 50 años necesita margen, habida cuenta de las incertidumbres para tal extensión de tiempo. En el parlamento del ordenamiento de aguas planificamos para "grupos de usuarios de recursos hídricos". Son 2.250 los grupos de usuarios de recursos hídricos que actualmente fueron identificados por los Grupos Regionales de Planificación del Agua para el Estado de Texas. Representan a diversos usuarios municipales, agrícolas e industriales. Deben adoptarse planes para cada uno de estos grupos de usuarios. Soluciones para que el suministro satisfaga la demanda de cada grupo de usuarios del agua se denominan estrategias para el ordenamiento de los recursos hídricos. Las estrategias para el ordenamiento de los recursos hídricos definirán la manera en que se dará respuesta a las necesidades de un grupo de usuarios en el horizonte de planificación a 50 años, a menos que la demanda ya haya sido satisfecha por estrategias vigentes, legalmente vinculantes (Código Administrativo de Texas §357.7 (a)(6)).

Existe una excepción a satisfacer las necesidades de recursos hídricos y es que si no se llega a una solución viable desde el punto de vista económico, un grupo regional de ordenamiento de aguas tiene la libertad de no identificar una solución para esa necesidad de agua. Prevemos que el impacto más importante de esa disposición se manifestará en la comunidad agrícola.

Los grupos de ordenamiento de aguas están muy incentivados para triunfar en este proceso. No solo tienen una oportunidad para identificar necesidades y soluciones para el agua a largo plazo y el estado se hace cargo de la cuenta, sino que también se incluyen premios y castigos en la ley que crearían incentivos adicionales para sus acciones.

REPERCUSIONES DE LOS PLANES REGIONALES HIDRÁULICOS DESPUÉS DEL 5 DE ENERO DE 2002

Los programas para el financiamiento del abastecimiento de agua de la Junta para el Desarrollo de Aguas de Texas se limitarán a proyectos en zonas con planes regionales hidráulicos aprobados, y las necesidades que abordará el proyecto se abordarán a la luz del plan regional hidráulico aprobado. La Junta para el Desarrollo de Aguas de Texas tiene el poder de eximir el cumplimiento de estos requisitos si se determina que las condiciones garantizan tal dispensa. (TWC §§16.053 (j) y (k))

Las solicitudes de permisos para derechos sobre aguas pueden ser otorgadas por la Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas (TNRCC) si la asignación referida se relaciona con una necesidad de abastecimiento de agua congruente con el plan estatal hidráulico y un plan regional hidráulico aprobado para cualquier zona en la cual se ubique la consignación propuesta. La TNRCC no puede emitir un derecho sobre aguas para fines municipales en una región sin un plan regional hidráulico aprobado. No obstante, la Junta para el Desarrollo de Aguas tiene el poder de eximir el cumplimiento de estos requisitos si se determina que las condiciones garantizan tal dispensa. (TWC §§11.134 (b)(3)(E) y (b)(4))

EJECUCIÓN DE PLANES REGIONALES HIDRÁULICOS

Las estrategias para la administración de agua se identificarán en los planes regionales hidráulicos destinados a satisfacer necesidades específicas de grupos de usuarios de los recursos hídricos. Estas estrategias pueden incluir: conservación del agua y planificación en respuesta a sequías que comprenda el ordenamiento de la demanda de recursos hídricos; reutilización de aguas residuales; uso ampliado o adquisición de abastecimiento existente incluidos optimización de sistemas y uso combinado de recursos; reasignación de almacenamiento de diques a usos nuevos; redistribución voluntaria de los recursos hídricos incluidos mercadeo de agua, bancos de agua regionales, ventas, arrendamientos, opciones, convenios de subordinación, y convenios de financiamiento; subordinación de derechos existentes sobre el agua por conducto de convenios voluntarios; intensificación de la producción de fuentes existentes; control de cloruros naturales; transferencias entre cuencas; desarrollo de abastecimiento nuevo incluida la construcción y la mejora de los recursos de aguas de superficie; estrategias para la administración del agua identificadas en el

plan estatal hidráulico para la zona de ordenamiento regional de aguas; control de matorrales, intensificación de las precipitaciones y desalinización; suministro de agua que podría estar disponible por cancelación de derechos sobre aguas según los datos provistos por la TNRCC; almacenamiento y recuperación de acuíferos, entre otras medidas. (Código Administrativo de Texas §357.7 (a)(6))

Los Grupos Regionales de Ordenamiento de Aguas no ejecutarán las estrategias especificas para la administración del agua. Estos grupos, que trabajan con los usuarios y los abastecedores de agua, formularán el plan pero será responsabilidad de las ciudades, los servicios públicos de agua, las autoridades, los distritos, entre otros, ejecutar las estrategias específicas para la administración de agua a fin de satisfacer las necesidades. Será necesario comenzar la ejecución de algunas estrategias tan pronto como fuera posible dado el tiempo necesario para ejecutar la estrategia y la necesidad estimada. Los proyectos pueden ser financiados directamente por la entidad o las entidades ejecutoras. La Junta para el Desarrollo de Aguas de Texas también cuenta con programas de asistencia financiera a los que puede accederse por subdivisiones políticas del estado, incluido el Fondo Rotatorio del Estado sancionado en la Ley sobre Agua Pura y otros programas de préstamos para el abastecimiento de agua.

Algunas estrategias pueden tener una ejecución más eficaz en función de los costos para las entidades locales si se llevan a cabo a la capacidad plena o se trata de proyectos regionales. No obstante, a menudo estos proyectos más eficaces en función de los costos presentan costos incrementales asociados a corto plazo que tal vez escapen a la capacidad de respaldo económico o político de las entidades locales o regionales. Se trata de mecanismos limitados de financiamiento disponibles para estos proyectos. Mediante el Programa de Participación Estatal de la Junta para el Desarrollo de Aguas de Texas, el estado paga el costo de la capacidad reservada en un proyecto hasta que los contribuyentes locales puedan devolver los préstamos con los ingresos generados a partir de una clientela ampliada. La participación del Estado en un proyecto se limita a 50% del costo total del proyecto. Con el crecimiento y la necesidad de más capacidad en el proyecto, la Junta para el Desarrollo de Aguas de Texas vende su parte de la capacidad al propietario del proyecto. A fin de poner en marcha el programa, la Junta para el Desarrollo de Aguas de Texas requiere asignaciones de fondos legislativas directas para pagar el servicio de la deuda en bonos de responsabilidad general del estado. Las asignaciones de fondos legislativas son suficientes para continuar el Programa de Participación Estatal hasta el año fiscal 2001, el cual finaliza el 31 de agosto de 2001. La Junta para el Desarrollo de Aguas de Texas necesitará asignaciones legislativas directas adicionales para continuar el programa más allá del año fiscal 2001.

OTRAS RECOMENDACIONES DEL PLAN REGIONAL HIDRÁULICO NO RELACIONADAS CON EL SUMINISTRO DE AGUA

Hay varias recomendaciones en el plan regional de agua que no se relacionan con los temas de abastecimiento de agua:

Tramos de ríos y cursos de agua únicos desde el punto de vista ecológico
Sitios de presas únicos
Recomendaciones de política

CONCLUSIÓN

La planificación regional del Proyecto de Ley del Senado 1 ofrece un proceso nuevo importante mediante el cual satisfacer las necesidades de agua de Texas a largo plazo. Esta planificación crea oportunidades únicas de participación por parte de intereses locales, regionales, interestatales e internacionales. Los resultados de esta planificación serán, con suerte, soluciones a largo plazo con amplio respaldo del público para necesidades inquietantes de abastecimiento de agua. En este momento confío plenamente que lograremos estos resultados.

MARCO LEGAL DE LA ADMINISTRACIÓN DE LOS USOS DEL AGUA EN MÉXICO

Ing. Sergio Moreno Mejía[1]

RESUMEN

Es responsabilidad de la Comisión Nacional de Aguas administrar las aguas nacionales para el bien público, reconocer los derechos al uso y garantizar el cumplimiento de los derechos de los titulares. Estas funciones contribuyen a lograr los objetivos del Plan Nacional de Desarrollo, dado que los derechos de los usuarios al uso de las aguas deben respetarse al tiempo que debe promoverse el desarrollo social y económico de México y la protección del medio ambiente.

Nuestro país aún enfrenta problemas de escasez, desperdicio y contaminación del agua, lo cual reduce la disponibilidad de este recurso con calidad adecuada para los usos principales; esta situación genera conflictos entre los usuarios, los estados y las regiones. En este contexto, el presente documento describe el marco legal que regula el uso de los recursos hídricos en México, destacando los derechos y las obligaciones de aquellos que extraen agua de los acuíferos o las fuentes superficiales, así como aquellos que descargan aguas residuales a masas de agua de propiedad federal como canales, arroyos, ríos, lagos y lagunas. Del mismo modo, trata las estrategias que la Comisión Nacional de Aguas ha establecido para garantizar una base legal para los usuarios en los derechos para el uso de los recursos hídricos, así como los avances correspondientes, considerando invariablemente que la participación de los usuarios es un aspecto fundamental en la decisión de los usos prioritarios y la calidad del agua deseada en ríos, lagos, acuíferos, etc.

Introducción

México cuenta con 90 millones de habitantes, una superficie de casi dos millones de kilómetros cuadrados y una precipitación media anual de 777 milímetros, lo cual equivale a una disponibilidad per cápita promedio de 5,000 metros cúbicos por año, cantidad suficiente de acuerdo a los estándares internacionales, pero su desigual distribución en espacio y tiempo así como la escasez de agua con la calidad requerida para los diferentes usos, derivan en frecuentes conflictos entre usuarios y regiones. En cuanto al uso del agua, se estima una extracción anual de 210,000 millones de metros cúbicos, de los

[1] Ing. Sergio Moreno Mejia, Subdirector General Administracion del Agua, Comision Nacional del Agua. Av. Insurgentes Sur No. 2140, 2 piso, Col. Ermita, Mexico, D.F. C.P. 01070 (correo electronico) smoreno@sgaa.cna.gob.mx

cuales el 58% se destina a la generación de energía eléctrica, 32% a actividades agropecuarias y 10% al uso público - urbano e industrial.

La problemática fundamental que se presenta en los principales usos del agua, es la siguiente:

Uso Público – Urbano.- Hay niveles elevados de rezago en la cobertura de los servicios de agua potable y alcantarillado en el medio rural (36% sin agua potable y 68% sin drenaje). Además, las tarifas por la prestación del servicio son bajas y no incluyen el costo de saneamiento del agua. Finalmente, hay una escasa cultura de pago por la prestación de los servicios.

Uso Agrícola.- El sector agrícola es el mayor consumidor de agua en el país, y el que presenta menor eficiencia en su uso. Adicionalmente, se requiere intensificar la modernización y rehabilitación de la infraestructura agrícola, y consolidar la infraestructura de riego y temporal tecnificado.

Uso Industrial.- El problema principal es la contaminación de cuencas y acuíferos por las descargas de aguas residuales industriales.

En el Plan Nacional de Desarrollo 1995 - 2000 del Gobierno Mexicano, se establece como premisa fundamental, lograr el desarrollo económico en equilibrio con el medio ambiente, en donde el agua juega un papel prioritario.

Los principales foros internacionales relacionados con el agua coinciden en que la escasez natural del agua se agrava por el despilfarro y la contaminación, lo cual amenaza cuatro aspectos fundamentales de la seguridad humana:

- La producción de alimentos.
- La salud humana.
- El equilibrio de los ecosistemas.
- La estabilidad social, económica y política.

Marco Legal

La Constitución Política de 1917 establece en el artículo 27, que las aguas son propiedad de la nación, incluyendo las del subsuelo y que solo pueden usarse mediante concesión otorgada por el Ejecutivo Federal. En 1926 se promulgó la Ley sobre irrigación con aguas federales, enfocada al uso del agua con fines agrícolas, dando lugar a la construcción de los grandes distritos de riego en la zona norte del país.

La creciente demanda de agua para los diferentes usos, requería de una nueva ley que contemplara y regulara el uso del agua, por lo que en el año de 1972 se

publica la Ley Federal de Aguas y se emite el primer reglamento en materia de prevención y control de la contaminación.

Después de veinte años, la Ley Federal de Aguas ya no respondía plenamente a los problemas que se generaron al intensificarse el uso y contaminación del recurso, por lo que el Ejecutivo Federal envió al H. Congreso de la Unión la iniciativa de la Ley de Aguas Nacionales que una vez aprobada, entró en vigor el 2 de diciembre de 1992.

En la Ley de Aguas Nacionales se reafirma el principio de que el uso de las aguas se realizará mediante concesión que otorgará el Ejecutivo Federal a través de la Comisión Nacional del Agua, destacando entre los objetivos más importantes, los siguientes:

- Regular el uso de las aguas nacionales, su distribución y control, así como la preservación de su calidad, para lograr el desarrollo sustentable del recurso.

- Administrar integralmente el agua, en cantidad y calidad, considerando tanto las aguas superficiales como las subterráneas.

- Tomar como marco de referencia para la planeación y manejo del aprovechamiento del agua a la cuenca hidrográfica.

- Propiciar una mayor participación de los usuarios en el aprovechamiento y administración del recurso, a través de los consejos de cuenca.

- Establecer el mercado de agua a través de las transmisiones de concesiones que se regulan mediante el Registro Público de Derechos del Agua (REPDA).

En las concesiones otorgadas, se establecen los derechos y obligaciones que tienen los usuarios con relación al uso o aprovechamiento de las aguas nacionales; de igual manera, para verter aguas residuales a cauces, ríos, lagos o el mar, se requiere un permiso en el cual se indican los valores máximos permisibles de las sustancias contaminantes que puede contener la descarga.

La Ley de Aguas Nacionales integra diversos instrumentos básicos que permiten el adecuado manejo del recurso, destacando los siguientes:

Regulatorios: Define los derechos y obligaciones de los usuarios para el uso y descarga de agua y establece los plazos y términos para el cumplimiento de la ley, así como las sanciones y medios de defensa para el usuario.

Reconoce la necesidad de establecer "caudales ecológicos".

El Gobierno Federal puede reservar los volúmenes de agua requeridos para garantizar el interés público.

Económicos : Establece la obligación del pago de derechos por el uso de aguas nacionales o por la prestación de servicios a cargo de la Comisión Nacional del Agua y que los derechos de uso del agua puedan comercializarse a través de un mercado regulado.

Participativos : Considera la participación de la sociedad a través de los consejos de cuenca, instancias de coordinación entre los usuarios, autoridades federales, estatales y municipales, cuya finalidad es aprovechar el recurso en las condiciones que defina la sociedad.

Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento

La Ley de Aguas Nacionales (LAN) está integrada por 10 títulos, 124 artículos y 13 artículos transitorios. Las principales actividades que regulan la Administración de los Usos del Agua se encuentran contempladas en los títulos Cuarto, Sexto, Séptimo y Décimo de la LAN.

El Título Cuarto contempla la definición de las aguas nacionales, así como el procedimiento para otorgar concesiones y asignaciones para el uso o aprovechamiento de las mismas. Adicionalmente, incorpora los derechos y obligaciones de los concesionarios, la obligatoriedad de efectuar la inscripción de los títulos de concesión en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA), y las posibilidades para efectuar transmisiones de derechos de agua.

El Título Sexto de la LAN se refiere a los usos del Agua, y establece las condiciones para obtener asignaciones para uso público urbano por parte de los sistemas estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, así como las disposiciones generales para utilizar el agua en actividades agrícolas, a través de concesiones otorgadas a ejidos, comunidades, distritos y unidades de riego. Por último, señala las disposiciones para el uso del agua en otras actividades productivas (industria, acuacultura, turismo, etc.)

El Título Séptimo de la LAN hace referencia a la prevención y control de la contaminación de las aguas, estableciendo las medidas y acciones necesarias para proteger la calidad del agua, a través del control de las descargas de aguas residuales.

Por último, el Título Décimo, se refiere a las sanciones que considera la LAN por las infracciones a las disposiciones legales.

Procedimiento para otorgar Concesiones y Permisos: El proceso para otorgar concesiones y permisos para el uso o aprovechamiento de aguas nacionales o

bien para obtener el permiso para descargar aguas residuales a los cuerpos receptores de propiedad nacional, se inicia con la solicitud del usuario, misma que se recibe en las ventanillas únicas de la CNA. Para brindar este servicio, actualmente contamos con 123 ventanillas fijas y alrededor de 60 ventanillas móviles; al contar con el expediente integrado, la Comisión Nacional del Agua (CNA) dictamina y autoriza o niega la concesión o el permiso, en función de la disponibilidad del agua y de la carga contaminante del acuífero; en caso positivo, se informa al usuario que su solicitud fue autorizada y se emite el título de concesión o permiso respectivo.

Por otra parte, la Ley de Aguas Nacionales establece en sus artículos 30 y 31, que para controlar la emisión de concesiones, asignaciones y permisos, así como las prórrogas, suspensiones, modificaciones, terminaciones y los actos y contratos relativos a la transmisión total o parcial de su titularidad, todos los títulos deberán inscribirse en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA). Lo anterior, con el objeto de que los documentos y actos inscritos puedan surtir efectos legales frente a terceros y frente a la propia Comisión, brindando la seguridad jurídica necesaria a los usuarios de aguas nacionales y como un medio de control para apoyar la toma de decisiones en la programación hidráulica.

En este sentido, todo título de concesión o permiso emitido, deberá inscribirse en el REPDA. Una vez hecha la inscripción, el título se regresa a la ventanilla única de origen para ser recibido por parte del usuario.

Caducidad de Volúmenes de agua: De acuerdo al artículo 27 de la LAN, los volúmenes de agua concesionados a los usuarios que no son utilizados durante tres años consecutivos, deben caducarse, situación que impedía el uso eficiente y el ahorro de agua por parte de los usuarios. Por ello, para incentivar a los usuarios que han mejorado sus procesos industriales y de servicios, y para darle un uso más eficiente al agua e impulsar el tratamiento y reuso de las aguas residuales, en 1997 se realizaron algunas modificaciones al Reglamento de la LAN, señalando los casos en que no opera la caducidad de los volúmenes.

Actualmente, los principales casos en los que la caducidad no opera son los siguientes :

- Caso fortuito o de fuerza mayor.
- Construcción de obras de infraestructura para usar más eficientemente el agua.
- Cuando se cuente con capacidad instalada suficiente, pero no se esté utilizando el volumen de agua total, porque se reserve para futuro crecimiento o expansión.

- Cuando se requieran más de tres años para contar con la infraestructura e instalaciones necesarias para aprovechar el volumen total del agua concesionada.

Para que proceda lo anterior, el usuario deberá dar aviso por escrito a la CNA, dentro de los 30 días hábiles siguientes al día en que se de el supuesto respectivo, con el fin de que la CNA compruebe la existencia de dicho supuesto y emita la constancia. En caso de que la CNA no emita la constancia dentro de los 60 días hábiles siguientes al día en que se presentó el aviso, se darán por aceptados los supuestos. Cabe aclarar que si el usuario no avisa a la CNA dentro del plazo establecido, caducan los volúmenes de agua no utilizados.

Otro aspecto importante que afectaba el desarrollo del mercado de derechos de agua, y con ello, el uso eficiente del recurso, era la normatividad relativa a la transmisión de derechos.

Transmisiones de Derechos: En los términos de la Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento, para efectuar una transmisión de derechos se debe considerar lo siguiente:

- El usuario que transmite debe tener título de concesión vigente, debidamente inscrito en el REPDA. (Art. 64 RLAN).
- Si es agua subterránea, los volúmenes adquiridos se deben seguir extrayendo del mismo acuífero y si es superficial, de la misma cuenca. (Art. 64 RLAN).
- Se puede transmitir el total del volumen o parte de éste, ya sea en forma temporal o definitiva. (Art. 88 RLAN).
- En el caso de transmisiones dentro de los distritos de riego, éstas se realizarán en los términos que establezca el reglamento del propio distrito, y no es necesaria la autorización de la CNA. (Arts. 50 y 51 LAN y 91 RLAN).

Asimismo, las autorizaciones de las transmisiones de títulos de concesión, se deben sujetar de manera general a lo siguiente: (Art. 33 LAN).

- En el caso de simple cambio de titular, cuando no se modifiquen las características del título de concesión, procederá la transmisión mediante un simple aviso de inscripción en el Registro Público de Derechos de Agua, que deberá ir firmado por el cedente y el adquirente.
- Se requiere autorización previa de la C.N.A. en los siguientes casos:

a) Cuando se modifiquen las características del título
b) Cuando se puedan afectar derechos a terceros, o bien se puedan alterar o modificar las condiciones hidrológicas o ecológicas de las cuencas o acuíferos.

Uno de los principales problemas que se presentaban en el Reglamento de la LAN, consistía en que los derechos para uso del agua se tenían que transmitir conjuntamente con la tierra, y la modificación consistió en permitir que los usuarios efectúen la transmisión en forma separada del derecho de propiedad de la tierra, incluyendo la factibilidad del cambio de uso.(Art. 72 RLAN).

Esto facilitará a su vez, que se amplíe la capacidad de las plantas productivas, impulsando la creación de nuevas fuentes de empleo. Asimismo, propiciará reducir los costos de transacción que implica el tener que comprar tierra que no va a ser utilizada.

Ley Federal de Derechos.

El uso eficiente del agua y la preservación de su calidad, también se puede inducir mediante instrumentos económicos. Éstos instrumentos están fundamentados en el Art. 31 de la Constitución Mexicana, que en su fracción IV establece la obligación de los mexicanos de contribuir para el gasto público de la Federación, del Distrito Federal, Estados y Municipios en que residan, de la manera proporcional y equitativa que dispongan las leyes.

En este sentido, existe otra disposición legal que es fundamental para lograr el uso eficiente del agua y la preservación de su calidad: La Ley Federal de Derechos. Esta Ley fiscal se basa en el principio de que "el que usa el agua la paga" en función de la disponibilidad del recurso y "el que contamina paga".

En el caso del que contamina, la Ley Federal de Derechos establece el pago del derecho por uso o aprovechamiento de cuerpos receptores de propiedad nacional de descargas de aguas residuales. El importe a pagar depende de la concentración de contaminantes, el volumen de agua descargado, así como del uso del agua del cuerpo receptor en donde se realiza la descarga y su capacidad para asimilar la contaminación. Es conveniente destacar que el objetivo de esta contribución no es recaudar, sino propiciar el saneamiento de los cuerpos receptores de agua, de tal manera que los usuarios que presenten sus proyectos para adecuar sus procesos productivos y/o construir plantas de tratamiento para mejorar la calidad del agua de sus descargas no pagan, así como tampoco aquellos que cumplen con las normas de calidad.

Se han promovido cambios a la Ley Federal de Derechos desde 1989, ya que existe la facilidad de que el H. Congreso de la Unión realice adecuaciones anualmente. Entre las principales modificaciones destacan:

- Ajustes en las cuotas para que tiendan a reflejar el costo de oportunidad del recurso.

- Inclusión de contribuciones que coadyuven al tratamiento de las aguas residuales.

- Disminución en las cuotas de los servicios de trámite para obtener concesiones a los usuarios de escasos recursos.

- Adecuaciones en las cuotas para usos no consuntivos como el sector eléctrico.

Estrategias de la Comisión Nacional del Agua, para mejorar la Administración de los Usos del Agua

Como se mencionó anteriormente, el proceso de la administración de los usos del agua, se inicia con la solicitud del usuario para utilizar aguas nacionales y sus bienes inherentes, misma que se dictamina por la CNA y autoriza en caso de existir disponibilidad; posteriormente se inscribe en el REPDA y finalmente se entrega al usuario el documento que garantiza jurídicamente sus derechos.

Antes de 1992 solo se habían otorgado alrededor de 1,200 concesiones debido principalmente a que los funcionarios que operaban en el ámbito regional no tenían facultades para tal efecto, ya que la firma de las concesiones estaba centralizada en tres personas únicamente (el Presidente de la República, el Secretario de Agricultura y Recursos Hidráulicos y el Subsecretario de Infraestructura Hidráulica); además, se habían otorgado permisos provisionales con los cuales los usuarios consideraban amparado su derecho al uso del agua.

A partir de 1993, con fundamento en la nueva Ley de Aguas Nacionales, se inicia un programa intensivo de titulación, considerando los siguientes aspectos:

- Delegación de facultades a las áreas regionales y estatales para la expedición de títulos.

- Se establece la prioridad de realizar acciones para regularizar a los usuarios que utilizaban grandes volúmenes.

- Simplificación de trámites, a través de la solicitud única de servicios hidráulicos.

En este contexto se expidieron en el período de 1993 a julio de 1995 alrededor de 22,013 títulos de concesión.

Posteriormente, en octubre de 1995 se publicaron tres decretos presidenciales que otorgaban facilidades administrativas y condonaban contribuciones a los

usuarios de aguas nacionales, que resolvían los principales problemas legales y económicos que impedían agilizar el proceso de regularización de los usuarios. Entre las facilidades otorgadas por los Decretos destacan:

- No pagar el costo de los servicios de trámite para obtener sus títulos de concesión.

- Condonación del pago de multas por no contar con los documentos que autorizan la extracción y/o descarga del agua.

- Condonación total o parcial de algunas contribuciones fiscales en materia de agua.

Para darle difusión a los decretos se realizaron intensas campañas de promoción a través de la radio y prensa, así como reuniones con cámaras y asociaciones empresariales y organizaciones campesinas, incluyendo convenios con el Instituto Nacional Indigenista para que a través de sus sistemas de radiodifusoras en las distintas lenguas, se difundieran los beneficios de los decretos mencionados en las comunidades rurales.

Durante el período de vigencia de los decretos, es decir entre el 12 de octubre de 1995 y el 11 de octubre de 1996, se adhirieron alrededor de 176,000 usuarios, de los cuales el 56% corresponde al sector agropecuario. Sin embargo, en virtud de que ésta cifra solo representaba el 50% del universo total estimado, fue necesario prorrogar los plazos para que los usuarios pudieran disfrutar de los beneficios, estableciéndose para el sector agropecuario y las comunidades rurales como fecha límite de adhesión el 31 de diciembre de 1998; además se modificaron los criterios para el otorgamiento de las concesiones con base en un esquema de confianza en el usuario. De esta manera, las concesiones se otorgaron por un período de diez años, y se autorizaron los volúmenes solicitados por el usuario de acuerdo a su capacidad instalada bajo protesta de decir verdad. Posteriormente los volúmenes se ajustarán en función de la disponibilidad de agua, con la participación conjunta de los usuarios, a través de los consejos de cuenca, que son las instancias de coordinación entre las autoridades y los usuarios.

Como resultado de las acciones señaladas, al 31 de diciembre de 1998, se logró la adhesión de 374,185 usuarios, de los cuales 132,280 corresponden al sector agropecuario, 65,177 a solicitudes para uso de zona federal, 10,434 a empresas industriales, comerciales y de servicios, y 166,294 son localidades. Por otra parte, al 30 de abril del 2000 se cuenta con 373,726 títulos inscritos en el Registro Público de Derechos de Agua (REPDA).

A continuación se señalan las principales acciones que se implementaron para lograr los avances señalados anteriormente.

- En materia de simplificación administrativa, se realizaron algunas modificaciones al Reglamento de la LAN relacionadas con la caducidad de los volúmenes y transmisión de derechos, las cuales se mencionaron anteriormente en el apartado Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento.

- En materia fiscal, se propusieron reformas anuales a la Ley Federal de Derechos, las cuales han permitido mantener actualizadas las cuotas por el pago de derechos por uso o aprovechamiento de aguas nacionales y descarga de aguas residuales; facilitando además la regularización de los usuarios de escasos recursos al exentarles del pago del costo del trámite.

- Con la finalidad de alcanzar las metas establecidas en materia de recaudación, se intensificaron las acciones para ampliar la base de contribuyentes y se implementaron campañas de concientización a través de los medios de comunicación, las cuales permiten recordarle al usuario su obligación al pago del derecho. Asimismo, para facilitar a los usuarios dicha obligación, se incorporaron nuevas instituciones bancarias que reciben los pagos de los contribuyentes en todo el país.

- Se intensificaron las acciones de control de usuarios, para garantizar el cumplimiento de la legislación vigente y asegurar que los usuarios cumplen con las condiciones establecidas en sus títulos de concesión, asignación o permiso de descarga, y que paguen lo que realmente les corresponde como contribuyentes.

- En apego al Programa de Modernización de la Administración Pública, se ha trabajado en la conformación de un equipo de especialistas competentes en materia de administración de los usos del agua, incorporando simultáneamente la tecnología de vanguardia en materia de cómputo y telecomunicaciones, que permiten optimizar los escasos recursos humanos disponibles.

- Se amplió la capacidad de respuesta institucional de la CNA, instalando un mayor número de Ventanillas fijas en el país, y se acondicionaron ventanillas móviles que acuden a la localidad en que se encuentra el usuario, acercándole el servicio. Adicionalmente, se capacitó al personal que atiende las ventanillas, logrando brindar mayor comodidad y atención personalizada al usuario.

Recomendaciones.

Un aspecto fundamental para la adecuada administración de los usos del agua es la participación de los usuarios, así como un seguimiento especial a los siguientes aspectos :

- Mejorar el conocimiento de la disponibilidad del agua, mediante la modernización de las redes de medición de la ocurrencia y calidad del agua.

- Intensificar la creación de los consejos de cuenca y consolidar su operación.

- Conjuntamente con los usuarios, establecer las acciones para reducir la sobreexplotación de las fuentes de suministro de agua en el marco de los consejos de cuenca.

- Reestructuración y desarrollo de la capacidad institucional de la Comisión Nacional del Agua en el marco del Programa de Modernización de la Administración Pública.

- Mejorar la calidad en la atención al usuario a lo largo del proceso de otorgamiento de las concesiones y permisos, así como en el control de la transmisión de derechos de agua.

Finalmente es preciso comentar que uno de los aspectos claves para lograr el desarrollo sustentable del agua es la educación, por lo tanto es necesario que desde los primeros grados de enseñanza se fomente la importancia del uso eficiente del agua y la preservación de su calidad. En este sentido, la Comisión Nacional del Agua esta impulsando una iniciativa denominada Movimiento Nacional por el Agua, con el fin de crear una mayor conciencia sobre la importancia que tiene el adecuado manejo y conservación del agua, donde la activa participación de la sociedad tiene un papel fundamental.

RECONSTRUCCION HISTORICA DE LA ECOLOGIA DEL CANAL DEL RIO GRANDE/RIO BRAVO Y TERRENO ALUVIAL EN EL DESIERTO DE CHIHUAHUA

Nancy G. Stotz[1]
Jennifer Atchley[2]
Christopher E. Williams[3]

RESUMEN

El Río Grande atraviesa 1200 kilómetros del Desierto de Chihuahua entre las desembocaduras del Río Puerco, en Nuevo México, y el Río Devil, en Texas. Dado que es el único curso de agua importante que atraviesa el Desierto de Chihuahua representa un componente esencial de la biodiversidad de esta región. A lo largo de gran parte del río, es necesaria la restauración dado que siglos de asentamientos, agricultura y actividades industriales en sus márgenes han repercutido en los entornos naturales en gran medida, desde cursos de agua muy alterados, la eliminación de vegetación en terrenos aluviales hasta invasión de tamariscos. Estos cambios se atribuyen en gran medida a diques, agricultura de riego, corte de madera en pie en la cuenca hidrográfica alta y pastoreo de ganado en tierras altas circundantes. El Río Grande poseía alta concentración de sedimentos agrandado durante años y luego la extracción súbita como resultado de tormentas intensas. El río se inundaba con frecuencia y era muy sinuoso. Los caudales picos ocurrían en mayo. Los hábitats de las terrenos aluviales eran pastizales abiertos, matorrales de mesquite, matorrales de sauces, bosques de algodón y humedales. Con disminuciones en el caudal de agua y los hábitats, 7 peces nativos se han eliminado completamente del Río Grande (incluidas 3 especies endémicas extintas). El río tiene 21 especies de peces nativas y 22 especies de peces introducidas. Esta sección habitualmente alberga a un total de 354 especies de pájaros y, de estos, 153 (43%) se reproducen en zonas cercanas al río (en hábitats ribereños, desérticos o de precipicios), mientras que el resto (201 especies, 57%) utilizan las zonas mencionadas durante la migración o fuera de la estación de procreación. Veintitrés de estas especies habituales se incluyen en la lista federal de especies amenazadas o en peligro de extinción en México o en los Estados

[1] Nancy Stotz, Desert Scribes, 2101 Sagecrest, Las Cruces, NM 88001, 505-521-8087, nstotz@zianet.com

[2] Jennifer Atchley, World Wildlife Fund, 600 east Montana Suite E, Las Cruces, NM 88001, 505-525-9537, jatchley@zianet.com

[3] Chris Williams, World Wildlife Fund, 1250 Twenty-Fourth Street, NW, Washington, DC 20038, 202-778-9792, chris.williams@wwfus.org

Unidos. El Río Grande desértico alberga a un total de 100 especies de mamíferos. De estas, 6 son especies introducidas y 12 parecen haber desaparecido, total o parcialmente en su variedad, de la margen del río. Catorce de estas especies se incluyen en la lista federal de especies amenazadas o en peligro de extinción en México o en los Estados Unidos.

Nota: Esta monografía es un extracto de un trabajo más extenso encargado por el Fondo Mundial para la Naturaleza a fin de examinar los antecedentes históricos y reconstruir la ecología del Río Grande/Río Bravo en el Desierto de Chihuahua. Para mantener el tema del panel, este extracto se concentra principalmente en las pruebas históricas de distribuciones de especies y hábitats y los procesos ecológicos que los mantienen. El texto completo, el cual estará disponible brevemente, incluye una descripción general geográfica, una historia breve de los asentamientos humanos en torno al desierto del Río Grande, y debates detallados de otros factores ecológicos importantes como la morfología y la ubicación del canal y los regímenes de caudales y características de aguas mansas, etc.

El Desierto de Chihuahua divide una frontera internacional y comprende 630.000 kilómetros cuadrados del sudeste de los Estados Unidos y el norte central de México. Como la parte central del único sistema fluvial importante de Chihuahua, el Río Grande representa un componente crítico de la biodiversidad de la región. El Río Grande desértico cruza aproximadamente 1270 kilómetros del Desierto de Chihuahua entre las desembocaduras del Río Puerco en Nuevo México y el Río Devil en Texas. El Río Conchos, el Río Pecos y el Río Devils son los únicos afluentes perennes importantes que llegan al Río Grande desértico, y todos llegan al río en la mitad inferior del curso en el Desierto de Chihuahua. Por lo tanto, las aguas del Río Grande desértico siempre han sido un recurso precioso para las poblaciones, tanto humanas como no humanas, que habitan esta región árida.

Como resultado de siglos de asentamientos humanos intensivos, agricultura e industria en la cuenca hidrográfica del río, el medio ambiente natural ha sufrido impactos inmensos. Por segunda vez en menos de una década, *American Rivers* ha colocado al Río Grande entre los 10 ríos en mayor peligro de los Estados Unidos y el simposio patrocinado por el Fondo Mundial para la Naturaleza identificó al río como un lugar prioritario para la conservación y la restauración. La meta fundamental de este informe es recopilar información sobre la manera en que los medios ambientes naturales solían existir en y dentro del río. En cuanto al cambio ambiental, el final del siglo XIX y el comienzo del XX fueron los períodos más importantes en la historia del río: el desarrollo agrícola y la construcción de diques repercutieron en los caudales del río y los hábitats de los terrenos aluviales directamente; los cambios en el uso de la tierra en otras partes de la cuenca hidrográfica del río repercutieron en los patrones de escorrentería y sedimentación.

Durante siglos las aguas del Río Grande se han utilizado para fines agrícolas. En los siglos XIII y XIV, las sociedades agrícolas existían en muchas partes del Río Grande desértico; aparentemente han llevado a cabo explotación agrícola con avenidas que utilizaba el rebosamiento o la escorrentería laminar desviada después de precipitaciones para fines riego en cambio del riego por surcos del canal principal del Río Grande. El riego por surcos se volvió más generalizado después del establecimiento de misiones y asentamientos en los siglos XVI y XVII. A pesar de que en algunas partes del Río Grande desértico (como en los valles de Mesilla y Presidio) el riego por surcos a gran escala no era común antes del siglo XIX. A finales del siglo XIX, desarrollo agrícola extensivo en el sur de Colorado y en el norte de Nuevo México usurpó la mayor cantidad de agua del río, lo cual produjo perturbaciones al caudal aguas abajo y precipitó el Tratado entre los Estados Unidos y México y finalmente el Pacto del Río Grande. Una serie de años de sequía al comienzo del siglo llevaron a la construcción de la Presa Elephant Butte (finalizada en 1916) a fin de suministrar una fuente de agua confiable para la agricultura aguas abajo.

Según los regímenes de caudal naturales que existían antes de la construcción del dique, el medio ambiente en el Río Grande desértico era dinámico e irregular, con organismos adaptados a la heterogeneidad espacial y temporal. Esta heterogeneidad estaba determinada por los caudales del río, los cuales revelaban variabilidad en un año y entre años. Sobre la desembocadura del Río Conchos, los caudales alcanzaban el pico a finales de la primavera o comienzos del verano cuando la nieve se derretía en los tramos altos de la cuenca hidrográfica del río; bajo el Río Conchos, los caudales ocurrían a finales del verano u otoño, como resultado de la precipitación estival en México. En muchos años, el rebosamiento ocurrió durante períodos de caudal pico. El río tenía un curso sinuoso a través de los tramos del valle y, dado que los meandros naturalmente migran a lo largo del curso del canal, cambios de escala pequeña en la ubicación y la forma del canal eran comunes. Por otra parte, la migración del canal a gran escala también tuvo lugar, en algunas ocasiones de una margen del valle fluvial a la otra. No obstante, en al menos un tramo del Río Grande desértico, los cambios a gran escala en el canal parecen ser el resultado de los retornos a canales fluviales previamente establecidos en lugar de la creación de un canal nuevo. Los recortes de los meandros y la migración del canal también ayudaron a crear y mantener múltiples remansos, incluidos meandros abandonados de ríos, pantanos y lodazales. Estos hábitats acuáticos del río pueden haber sido refugios importantes para organismos acuáticos cuando se secaron partes del río; antes del desarrollo agrícola extenso, las perturbaciones al caudal en tramos limitados del río ocurrían con bastante frecuencia y aparentemente solo ocurrieron durante sequías prolongadas.

La vegetación natural de la base del río respondió al régimen de caudal variable y demostró una distribución irregular, dinámica. Los alcotanes resistentes a inundaciones bordeaban el río y los álamos y sauces, dependientes en gran medida de los sedimentos y la humedad depositados por las crecidas para la reproducción sexual, crecían en plantaciones discontinuas cerca del río. Más lejos del canal activo, había extensiones más grandes de arbustos en los que predominan tornillos y mesquites. A menudo el *salt grass* creció en asociación con tornillo y, en otras partes, se encontraron pedazos de tierra con cachanilla. Los pantanos y lodazales se caracterizaban por tener vegetación acuática y nueva como es el caso de malas hierbas acuáticas, espadañas, juncias y juncos. Los relevamientos y las descripciones del siglo XIX sugieren que rodales de álamos pueden haber ocupado aproximadamente de una cuarta a una tercera parte de la zona en los valles fluviales, con un crecimiento arbustivo y más abierto que cubre grandes espacios y hábitats de pantanos y lodazales restringidos a una zona pequeña (quizá 5% o menos de los valles fluviales).

En regímenes de flujo naturales, estas comunidades vegetales no hubieran sido estáticas; las inundaciones, la migración de meandros y desplazamientos a gran escala del canal podrían retirar la vegetación existente y permitir el restablecimiento de espacios nuevos. El equilibrio dinámico de este sistema permitió una diversidad de comunidades vegetales y rodales de edades diferentes. Los animales que residen en el río desértico podrían ocupar una variedad amplia de hábitats terrestres y acuáticos. Del mismo modo, la diversidad de vertebrados es alta en el río: 44 peces nativos, 95 anfibios y reptiles, 95 mamíferos, y 345 pájaros presentes (o anteriormente presentes) en el Río Grande desértico.

Informes que datan de mediados del siglo XIX y antes describen la abundancia de ciertos tipos de animales, especialmente especies de caza. En las aguas del Río Grande y las lagunas y los lodazales circundantes, los peces eran abundantes y las aves acuáticas ofrecían una fuente accesible de carne para los viajeros. Animales grandes incluidos ciervos, pavos, osos, lobos y musmones habitaban los tramos del río; pero todos menos el ciervo han sido exterminados por actividades humanas en el río. Algunas exterminaciones locales tuvieron lugar relativamente temprano, por ejemplo, la población de castores en el río se redujo seriamente durante la década de 1820 como resultado de la matanza excesiva por parte de cazadores de pieles, pero muchos desaparecieron como resultado de los asentamientos extensivos, las derivaciones de agua y otras modificaciones del entorno natural que se intensificaron a finales del siglo XIX. Por ejemplo, los osos y los pavos se eliminaron del Valle del Socorro en algún momento después de 1850, y al menos 15 peces nativos se eliminaron de al menos parte de su terreno en el Río Grande desértico, muchos a mediados del siglo XX. En el Río Grande desértico se convirtieron hábitats naturales para la agricultura y zonas urbanas, se introdujeron especies exóticas, se derivaron aguas, se regularon caudales, se construyeron

presas y diques, enderezaron y drenaron canales, entre muchos otros cambios, y todos han repercutido en los organismos del paisaje ribereño en gran medida. La dinámica del sistema fluvial y los ecosistemas que dependen del mismo se han modificado con la reducción de la heterogeneidad natural del sistema y la interrupción de las conexiones entre los espacios intermedios.

Este estudio se concentra principalmente en información sobre los medios ambientes en el Río Grande registrada con anterioridad a la construcción de diques. Los primeros relatos provienen de expediciones de españoles que comenzaron en el siglo XVI. Las descripciones son más abundantes en períodos posteriores, especialmente mediados del siglo XIX, cuando expediciones militares de la Guerra entre México y los Estados Unidos, planimetría de ferrocarriles, trayectos de carros y límites y los diarios del 49 de las personas que se dirigían a California registraron aspectos del medio ambiente en el Río Grande. Si bien la mayor parte de la información es descriptiva – descripciones cualitativas de características acuáticas, vegetación natural y vida silvestre – también se presenta algo de información cuantitativa de mapas, notas de estudios, y registros de caudales. Por otra parte, se incluyeron también algunos datos modernos para ilustrar la magnitud del cambio ambiental en los últimos 100 a 150 años.

Vegetación de terrenos aluviales

La hidrología del Río Grande desértico, incluidos cuadros de mareas altas, un canal cambiante con meandros y crecidas periódicas, influenciaron la vegetación en gran medida y crearon un mosaico dinámico de tipos de hábitat en el valle fluvial. Algunas de las primeras descripciones sistemáticas de los diferentes tipos de vegetación de terreno aluvial provienen de estudios de biología finalizados en los Valles de El Paso y Mesilla prácticamente al concluir el siglo XIX. [Nota: Habida cuenta de que la sistemática de algunos de los grupos taxonómicos de las plantas (especialmente en el caso de los álamos y los sauces) ha cambiado significativamente desde que se escribieron estas descripciones, muchos de los nombres provistos por estos autores no concuerdan con la *taxonomía actual aceptada, pero se incluyen los nombres anteriores a fin de retratar* precisamente la vegetación según la entendieron estos autores.]

Entre 1892 y1894, Mearns registró características de vegetación en estaciones de estudios de mamíferos en el Valle de El Paso. Cerca de Ft. Hancock, observó "Líneas de álamos y sauces marcan los cursos cambiantes del río ....Las planicies del río están ocupadas por extensiones densas de cachanillas, bordeadas por tornillo y mesquite" (Mearns 1907: 77). Sobre las zonas en torno a la Estación del Ferrocarril Belén del Pacífico Sur (noroeste de Socorro, Texas), escribió:

> Tiene mucho riego y está bajo cultivo ....El Río Grande y las acequias de riego están bordeados por sauces con hojas almendradas, álamos fremont, cachanillas y alcotán; la plana de inundación rica, en los casos en que no tiene cultivos, sustenta

un crecimiento frondoso de mesquite y tornillo; huertos verdes, jardines y campos de granos y alfalfa se encuentran entre el río y el canal. (p. 79)

Para El Paso explicó "Como de costumbre, el río está bordeado por una hilera de álamos y sauces, con cachanillas, alcotanes, tornillos y mesquites que cubren la tierra adyacente" (p. 80).

Una tesis universitaria escrita en lo que ahora constituye la Universidad del Estado de Nuevo México ofrece más detalles sobre la vegetación a principios de siglo en el Valle de Mesilla. En esta, Metcalfe (1903) identificó 5 zonas vegetales diferentes organizadas a través de la base del río:

- **La zona de *Baccharis*** en bancos de arenas temporales en el río y a través del mismo, frecuentemente inundada con uno o varios pies de agua en primavera. Los arbustos de alcotanes (*Baccharis glutinosa*) tenían entre 5 y 12 pies de altura, y algunas veces crecían tan densamente "que hacían difícil avanzar entre ellos" (Metcalfe 1903: 5). No obstante, algunas plantas anuales crecían en capas inferiores.
- **La zona de *Populus* y *Salix*** se ubicaba próxima a la zona de *Baccharis* e incluía el álamo *Populus fremontii Wislizeni* y a las especies de sauces *Salix nigra* y *S. interior*, según Metcalfe (las especies de álamos y sauces de Metcalfe probablemente corresponden a *P. deltoides* ssp. *wislizeni*, *S. gooddingii* y *S. exigua* de la taxonomía actual; consulte Carter 1997: 322, 324, 405). En unos pocos lugares los álamos y los sauces eran tan densos que la cubierta excluía toda la otra vegetación incluido el *salt grass* (*Distichlis spicta*). La zona de álamos y sauces se integraba con zonas en cada una de las márgenes y estaba caracterizada por "humedad casi constante de superficie ..." pero no había inundación suficientemente seria para perturbar los árboles y arbustos del primer año (Metcalfe 1903: 14). Metcalfe afirma que el tornillo (*Prosopis pubescens*) podría crecer en esta zona pero fue superado probablemente por los álamos y los sauces.
- **La zona de *tornillo*** estaba "confinada a lechos de ríos antiguos o terrenos inundables desérticos ..."(Metcalfe 1903: 7). Cubría miles de acres y su crecimiento típico estaba dominado casi completamente por el tornillo (también conocido como *screwbean*) y *salt grass*. Crecía en lo que probablemente era el mejor suelo para la agricultura pero la mayor parte de esta actividad se llevaba a cabo en la zona de cachanilla. El suelo para el tornillo era más seco y menos alcalino que el suelo de la zona de *Populus y Salix*.
- ***La zona de cachanilla*** se encontraba entre 5 y 8 pies sobre la zona de tornillo y estaba dominada por la cachanilla (*Tessaria sericea*, conocida actualmente como *Pluchea sericea*), con *Sporobolus wrightii*. Esta zona también tenia

mesquite esparcido (*Prosopis glandulosa*), costilla de vaca (*Atriplex canescens*) y álamos.

- **La zona de *dondia*** estaba caracterizada por una planta pequeña resistente a la sal (*D. sufrutescens*) conocida en la actualidad como *seepweed* o sargadilla (*Suaeda*; consulte Powell 1988: 136-138). La zona era una franja estrecha quebrada de tierra donde el terreno aluvial se encontraba con la meseta, "y donde todas las sales extraídas de estas primeras sierras o mesetas parecen surgir a la superficie" (Metcalfe 1903: 8). Una vez más, costilla de vaca esparcida y mesquite eran comunes en esta zona.

Rodales de álamos y sauces. Mearns (1907) y Metcalfe (1903) no fueron las primeras personas en describir la distribución en la ribera del río de álamos y sauces: muchos de los primeros viajeros observaron lo mismo. Al llegar al Río Grande en el Valle de El Paso, un miembro de la expedición de Oñate de 1598 describió "la sombra agradable de los árboles esparcidos que crecían en los bancos del río" (Villagra 1933: 126-7). En el Valle de El Paso bajo, Beale informó "descubrimos una arboleda de álamos, que marca la línea del río" (Lesley 1949:169). Los álamos que recubren el río cerca de El Paso "se extendían unos cuantos cientos de yardas en cada una de las márgenes de los bancos" en 1846 (Ruxton 1973: 168). En los casos en que el río atraviesa el estrecho entre los Valles de Mesilla y El Paso, Magoffin (1926: 204) observó, en 1847, que "los árboles de álamos y los arbustos de sauces [se] extienden en los bancos [del río]." En el Valle de Mesilla, cerca de Brazito, Gibson (1935: 300) observó, en 1846 "algunos montes y mesquite en los bancos del río ...." Hutton (1859: 86) en 1857 describió los bancos del río en el Valle Mesilla "recubierto con buenos montes de álamos." Más al norte, cerca de Valverde, en 1846 "el monte se extiende media milla del río y los árboles de álamos son grandes, sin el sotobosque de arbustos." (Ruxton 1973: 174). También en 1846, Wislizenus (1969: 37) describió la zona aguas abajo de Valverde y escribió "A lo largo del curso del río se extiende un monte de álamos ...."

Los procesos hidrológicos y la geomorfología de la base de río determina en gran medida la distribución de estos bosque en las márgenes de los ríos. La reproducción sexual de los álamos y los sauces está ligada estrechamente a las crecidas de estación, dado que ambos producen semillas que germinan y crecen mejor en zonas abiertas, húmedas (Howe y Knopf 1991: 218). El álamo fremont (*Populus fremontii*) que crece en el Río Salt en el centro de Arizona libera sus semillas pequeñas al viento desde mediados de abril hasta mediados de junio, con un pico a mediados de mayo; este pico ocurre al tiempo del final de la crecida por fusión de las nieves en primavera en el Río Salt (Fenner et al. 1985: 137). Dado que las semillas de álamos fremont tienen un período breve de viabilidad (aproximadamente 5 semanas en condiciones naturales típicas) y necesitan superficie de suelo húmedo para germinar (Fenner et al. 1984: 57-58, Stromberg et al. 1991: 225), las plántulas a menudo aparecen con la disminución de la crecida de primavera. No obstante,

incluso en años sin una crecida de primavera de gran magnitud, la germinación puede ocurrir en depósitos de crecidas de estaciones anteriores si las precipitaciones primaverales son suficientes (Stromberg et al. 1991: 230).

Los sauces también liberan semillas pequeñas al viento, a pesar de que típicamente se cree que sus períodos de viabilidad son más breves que los períodos de los álamos (Moss 1938: 532). Además, los sauces generalmente son característicos de suelos con una textura más fina, mientras que los álamos se encuentran más a menudo en suelos con texturas más gruesas (McBride y Strahan 1984: 236, Graf 1994: 102). McBride y Strahan (1984: 243) sostienen que, al menos en su área de estudio en California, esta configuración de distribución es tal porque los álamos liberan antes las semillas que los sauces, lo cual coincide con caudales más abundantes. De esta manera, cuando se liberan semillas de álamos, los únicos sitios potenciales de germinación expuestos son zonas con substratos más grandes en las partes más altas de los bancos de arena gruesa, mientras que las semillas de sauces se liberan durante caudales bajos cuando los substratos más arenosos en las partes más bajas de los bancos de arena gruesa están expuestos y son los únicos que tienen la humedad suficiente para permitir la germinación de las semillas (McBride y Strahan 1984: 243).

Las condiciones para la germinación de las semillas de álamos y sauces los colocan en una paradoja. Los mejores sitios para la germinación de las semillas también son a menudo sitios más susceptibles al desgaste durante las crecidas posteriores, con lo cual se reduciría la posibilidad de fijación (Asplund y Gooch 1988: 20, Segelquist et al. 1993: 283). Para los álamos, las zonas próximas al extremo seco de la gradiente húmeda en la zona ribereña y los micrositios protegidos de la socavación tienden a ser los sitios más probables para el establecimiento a largo plazo (Asplund y Gooch 1988: 20, Segelquist et al. 1993: 283). La socavación es relativamente poco frecuente en micrositios como conos aluviales creados por tributarios (Scott et al. 1996: 337), en zonas cercanas a encogimientos del curso y en canales secundarios o zonas de aguas muertas (Asplund y Gooch 1988: 21).

Algunas modalidades de reproducción asexual pueden contribuir a compensar por la germinación en contraste con la paradoja del establecimiento que se describió anteriormente. En el Río Grande medio, Howe y Knopf (1991: 221) documentaron la reproducción por vástagos de raíces en los álamos del Río Grande; en este caso, los árboles viejos produjeron vástagos durante años de crecidas relativamente bajas. Además de producir vástagos de las raíces, los álamos generalmente pueden rebrotar de tejidos de tallos que son cubiertos por sedimentos; en Dakota del Norte, este crecimiento de arbolillos afectados por crecidas produce grupos con más de una docena de árboles (Everitt 1968: 424).

La germinación contra la paradoja del establecimiento, conjuntamente con una variedad de procesos geomórficos, probablemente produjo varios tipos diferentes de rodales de álamos y sauces en tramos variados del Río Grande desértico. Scott et al. (1996) identifican tres procesos geomórficos diferentes para el establecimiento de álamos y sauces: formación de meandros, estrechamiento del canal y depósitos de crecidas. Cada uno de estos procesos produce una relación diferente entre el régimen de flujo y el establecimiento y cada uno de ellos resulta en un tipo diferente de rodal (Scott et al. 1996: 328). Dado que los tres procesos generalmente ocurren en un tramo variable del río que alterna entre tramos del cañón y del valle, y porque cada uno reacciona de manera diferente a regímenes de flujo, la importancia relativa de cada uno variará espacial y temporalmente (Scott et al. 1996: 336).

Un canal con meandros se desplaza gradualmente por el terreno aluvial, y la mayor parte del depósito ocurre en bancos puntuales durante caudales moderados. Dado el movimiento gradual del canal, los rodales resultantes ocurren generalmente en una banda de la misma antigüedad, paralela a la dirección del caudal; tallos afectados por crecidas (curvados en dirección aguas abajo por las mareas altas después del establecimiento) son a menudo evidentes porque los bancos puntuales pueden inundarse durante las crecidas después del establecimiento (Scott et a. 1996: 330). Los rodales en bancos puntuales eran probablemente más comunes en los tramos del valle sin limitaciones del Río Grande desértico. Por ejemplo, durante el establecimiento de las demarcaciones de ejidos y el límite norte-sur en el Valle de Mesilla, los peritos se encontraron con el río en el lugar en que su dirección cambiaba de sur a oeste y describieron la vegetación como "un punto de sauces" con unos "pocos álamos" (Garrettson 1857: T 22S, R 1E, sección 33).

El segundo proceso geomórfico que puede resultar en el establecimiento de álamos y sauces es el estrechamiento del canal, que ocurre en un canal abandonado después de una avulsión y en el borde de un canal activo después de una ampliación inducida por crecidas importante o durante varios años de caudales reducidos (Scott et al. 1996: 328). Los rodales resultantes generalmente no tienen la misma antigüedad dado que el establecimiento puedo llevarse a cabo en el transcurso de varios años, y tienden a presentar una forma irregular, en términos generales paralela a la dirección del caudal en el canal (Scott et al. 1996: 329). Tal vez se hayan registrado rodales de este tipo durante los estudios de 1857 del Valle de Mesilla, cuando se observaron álamos en los canales secos cerca de mesquites actuales; algunos de estos canales eran tan estrechos que recordaron los canales de riego a los peritos (Garrettson 1857: T 24S, R1E, sección 36; T 25S, R1E, secciones 12 y 13).

El proceso geomorfológico final que puede resultar en el establecimiento de álamos y sauces es el depósito de crecidas después de mareas altas y que es especialmente importante para el establecimiento de álamos en canales restringidos con movimiento

lateral importante (Scott et al. 1996: 330). En tramos estrechos de valles o cañones, los únicos sitios fuera del alcance de crecidas de socavación posteriores son sitios bien encima del canal; de esta manera, en esos lugares, rodales pequeños de la misma edad son posibles en que los árboles escasamente demuestran preparación para crecidas (Scott et al. 1996: 330-331). A pesar de que no mencionó la vegetación en las márgenes, Hill (1901: 163), describió acampamentos en esos depósitos de crecidas en un cañón debajo del Valle de Presidio: "...estábamos contentos por poder acampar en un banco estrecho de limo arenoso entre el río y sus paredes".

Dada la variabilidad espacial y temporal de los procesos geomorfológicos y la reproducción vegetal que depende de ellos, no había un cordón ininterrumpido de álamos y sauces en las márgenes del río; era común mencionar arboledas o distribuciones irregulares en los primeros relatos. Por ejemplo, 1582, Luxan (1929: 64) describió el terreno aluvial amplio de tres leguas cerca de la desembocadura del Conchos como una "planicie....cubierta con varias arboledas de álamos y sauces ...."

Ocasionalmente, se observaron tramos relativamente sin bosques. En 1846, Ruxton describió la zona de San Antonio, 10 ó 12 millas al norte de Fra Cristóbal, observando "El río solo tiene escasos bosques aquí, el suelo es árido y estéril...." (p 183). Además de una distribución irregular, los rodales de álamos y sauces eran variables en cuanto a la densidad árboles y el tamaño, así como la cantidad de sotobosque. Existen unas cuantas descripciones de rodales densos. En 1747, un grupo de exploradores informó que los álamos en el río, cerca del extremo inferior del Valle de El Paso (o quizá en uno de los valles pequeños aguas abajo), eran lo suficientemente densos para que fuera "posible ocultar un destacamento de soldados" (Ydoiaga 1992: 71). En el Valle de El Paso bajo San Elizario, Whiting observó que "Este sendero se encuentra en un trayecto delgado, con muchos bosques; los árboles son muy grandes" (Bieber 1938: 302). En 1854 Bartlett (1965: 186) escribió: "En el Valle de Río Grande cerca de El Paso, y generalmente en otros lugares, la arboleda es densa con álamos. Los árboles a veces crecen hasta alcanzar un tamaño considerable". Se observaron también árboles grandes cerca de la desembocadura del Conchos en 1849: "Prácticamente frente a la ciudad mexicana pasamos una parte delgada del valle donde mesquites, sauces y álamos abundan en tamaño" (Bieber 1938: 289).

Mesquite y tornillo. Se encontró parte del sotobosque de la base del río en zonas dominadas por tornillo y mesquite. Al sur de La Joya, un miembro de la fuerza de Doniphan observó que "los arbustos de mesquite y chamiso [costilla de vaca] habían aparecido ..." (Gibson 1935: 291). En 1846, Ruxton (1973: 171) describió la vegetación en el Valle de Mesilla como "álamo, mata parda y mesquite, bajo lo cual hay un sotobosque denso de arbustos". En 1857, un historiador de una expedición militar que exploraba la

viabilidad de utilizar camellos en el sudoeste desértico observó en un campamento cerca de Ft. Fillmore: "Gramíneas indiferentes, abundante en madera de mesquite, especialmente un tipo que le gusta mucho a los camellos, fornia [tornillo] o *screwbean*" (Lesley 1949: 171). En anticipación de la Batalla de Brazito, Edwards quería ocultar caballos "...en el chaparral, o los arbustos densos de mesquite (que de alguna manera se asemejan al algarrobo pero atrofiados)..." (Bieber 1936: 228). Durante los estudios para trazar las líneas de ejidos y límite norte-sur cerca de Berino actual en el Valle de Mesilla bajo, los peritos encontraron un sotobosque denso de "mesquite, álamo y otros arbustos en gran abundancia. Constituyen una obstrucción considerable a nuestro progreso" (Garrettson 1857: T25S R3E, sección 32). Aproximadamente 7 leguas (18 millas) sobre la desembocadura del Conchos, Luxan (1929: 65) observó:

> este río está recubierto en gran parte con árboles que se asemejan a árboles de tornillo que producen una fruta como *harquebus screws*, de color amarillo, que tienen en las curvaturas unas semillas pequeñas similares a las tunas. En el otro banco del río, en las sierras, hay unas pequeñas plantas de mesquite en el curso del río, tan abundantes que ya no llevamos nada en nuestras sillas de montar sino forraje.

Al describir la base del río bajo el Cañón de Santa Elena en 1852, Chandler observó: "Abundan los montes de álamo y mesquite" (Emory 1987, vol. I, pt. 1: 83). Michler, al describir el Río Grande cerca de la desembocadura del Río Pecos en 1856, escribió "...una franja estrecha de suelo se encuentra ocasionalmente en la base de las rocas, y esto da lugar al crecimiento de algunos árboles finos de roble perenne y mesquite" (Emory 1987, vol. I, pt. 1: 78).

Como en el caso de los álamos y los sauces, las semillas de mesquite pueden dispersarse a lugares potenciales de germinación durante las crecidas (Horton 1977: 174), pero las semillas de mesquite permanecen viables durante muchos años (fuentes: Siegel y Brock 1990: 7). Por otra parte, los mesquites son menos dependientes de condiciones húmedas para la germinación y el crecimiento que los álamos y los sauces (Cleverly et al. 1997: 12, Siegel y Brock 1990: 6). Así, los bosques de mesquite se forman en terrazas sobre el canal activo del río (Minckley y Clark 1984: 26). Se observó el rodal de mesquites en el país del cañón justo debajo del Valle de Presidio, en 1901: "En lugares, las extensiones de cieno blanco fino forman bancos de arena rebordeantes; aproximadamente 25 pies arriba hay una segunda terraza, cubierta por un crecimiento de mesquite color verde oscuro. Todo está cerrado por paredes de roca unidas, verticalmente profundas" (Hill 1901: 163).

Gramíneas y otras plantas. Como lo ilustran los relatos en la sección anterior, muchas de las descripciones de plantas registradas por los primeros viajeros y exploradores se relacionaron con plantas potencialmente útiles para alimento, refugio o leña. Este tipo de notación de las características vegetales importantes para los viajeros (y los animales

domesticados) es destacada en el itinerario de Mendoza en un viaje eclesiástico desde El Paso a la desembocadura del Río Conchos realizado en 1683. Por ejemplo, describió un "álamo de tronco grueso" como el rasgo indicativo de un charco en una parada temprana durante el viaje (Mendoza 1952: 321). Además, se tomó nota de al menos 10 lugares con buenas praderas y fuentes de maderas en la zona sur del Río Grande entre El Paso y el Río Conchos (pp. 321-324). No todos los exploradores estuvieron de acuerdo con la evaluación de Mendoza de los pastizales en la margen del río: en diciembre de 1747, Ydoiaga (1992: 66) se quejó sobre la calidad deficiente, "gramíneas duras de hojas anchas se convierten en paja si se tuercen fuertemente" encontradas en el terreno aluvial sobre la desembocadura del Río Conchos.

Viajeros del siglo XIX también mostraron preocupación por encontrar buenos forrajes para los caballos y el ganado que viajaba con ellos. En muchos lugares las gramíneas eran escasas en el fondo del río; por ejemplo, en la primavera de 1849 Whiting observó que en el extremo sur del Valle de El Paso, "las gramíneas son generalmente deficientes" y la base "[está] prácticamente destituida de gramíneas" (Bieber 1938: 301). Después de acampar en esa zona de gramíneas deficientes en el otoño de 1849, Eccleston se mudó a un campo aguas arriba de El Paso y entusiastamente describió al campo donde "la frescura y el verdor de los pastizales hacen reír a nuestro valioso ganado ..." (Eccleston 1950: 157). Unos cuantos años después, Bartlett (1965: 196) observó un aumento similar en la cubierta vegetal sobre El Paso:

> Las tierras bajas [cerca de El Paso] no tienen gramíneas abundantes, como muchos lo suponen, sino que se encuentran totalmente desnudas, excepto en lugares aislados; por ello es necesario llevar mulas y ganado a estas colinas y valles para que se alimenten. No obstante, se encuentran pastizales en algunas partes del valle más alto cerca de Frontera [8 millas sobre la presa de derivación en El Paso].

Sin embargo, más arriba del Valle de Mesilla, Bartlett observó que "una gran parte de esta base rica no tiene gramíneas" (p. 200). En el río en el Valle de Las Palomas, Bartlett observó "más pastizales que hemos visto desde que dejamos El Paso....Había pastos excelentes aquí, y en gran cantidad" (p. 216). En 1857, Hutton (1859: 86) contrastó el pasto "grueso" del piso del Valle Mesilla con una grama "excelente" en las laderas arriba; Leopold (1951: 308) sugiere que el pasto grueso sobre el que se informó en algunas bases de ríos tal vez haya sido "zacatón fino [*Sporobolus* sp.] , duro cuando está seco."

Algunos otros viajeros observaron otros pastos y plantas gramíneas. Por ejemplo, un pasto con trepadora llamó la atención de Ferguson, que en 1846 "observó un tipo singular de pasto que se extendía sobre el suelo de veinte a cincuenta pies como una parra, con entrenudos cada seis pulgadas, de casi todos brotaba un vástago de un pie de longitud que se arraiga en el suelo. No conozco ningún nombre para esto" (Bieber 1936: 334). Un miembro de la expedición de Doniphan de 1846 escribió al acercarse a El Paso desde el

norte, "Después de avanzar 15 millas, se seleccionó el campo cerca de un lago salado, donde había una fuente moderada de forraje natural, como gramíneas y trepadoras" (Hughes citó en Metcalf 1967: 19). Se describieron también trepadoras cerca de un campamento de 1846, 13 millas al sur de Doña Ana, donde "un lote bueno de trepadoras" creció entre el río y "un bosque denso" (Bieber 1936: 224), y estaban entrelazadas en las paredes de refugios provisionales construidos por el grupo de Abert en Valverde en 1846 (Abert 1962: 128). En Valverde, Abert (1962: 127) también mencionó "un carrizo, 'arundo phragmites'." Probablemente con referencia a la misma especie, Mendoza (1952: 325) mencionó una zona con "cañaverales densos" cerca de la desembocadura del Río Conchos en 1683, y cerca del extremo norte del Valle Mesilla, los peritos describieron un pantano donde el "pasto es muy grueso y tiene 8 pies de altura en este pantano" (Garrettson 1857: T21S R1W, sección 25).

Además de estas menciones ocasionales de carrizos y trepadoras, las primeras narraciones registran un número relativamente bajo de plantas relacionadas con varios hábitats de estanques y pantanos de los terrenos aluviales del río. La primera lista extensa de dichas plantas data de 1930, cuando Fosberg (1940: 584-593) enumeró 19 especies de plantas de diferentes hábitats húmedos del Valle de Mesilla, además de 24 especies en zanjas y bancos de ríos: incluyen plantas acuáticas como lenteja de agua (*Lemna minor*) y mala hierba acuática (*Potamogeton* sp.), y plantas de superficie como espadaña (*Typha angustifolia*), trepadora (*Juncus balticus*), una variedad de cárices (*Cyperus, Eleocharis,* y *Scirpus* spp.) y cola de caballo (*Equisetum hyemale*).

Algunos viajeros del siglo XIX hicieron referencia a otros tipos de vegetación en sus diarios. La lista de plantas más completa pertenece al diario de Emory que data de 1846 (Emory 1976) documenta varias especies durante un viaje al sur.

Otros cuantos tipos de vegetación llamaron la atención de diferentes escritores del siglo XIX. En 1846, entre La Joya y Socorro, Abert (1962: 120) observó "...muérdago que crece tan abundantemente en los álamos y se denomina 'bayote de álamo.' Ajonjera y hierba mora son muy abundantes, en tal medida que hasta nos molestan ...." en el Valle de Presidio, Parry indicó que "...la flora forma parte del carácter de México y prevalecen formas más tropicales. Encontramos aquí *Kallstroemia grandflora, Martynia violacea, M. arenia, Talinopsis frutescens, Nicolettia Edwardsii,* y muchas especies de *Boerhavia. Cereus Greggii* es bastante común y *Cereus stramineus* con deliciosas frutos crece en la mayor de las perfecciones" (Emory 1987, vol. II, pt. 1: 14). Cerca de la desembocadura del Río Pecos, Michler observó que "las vid florecen en abundancia y producen una fruta muy sabrosa" (Emory 1987, vol. I, pt. 1: 78).

Descripciones cualitativas de los cambios en la vegetación

A lo largo de algunas secciones del río, los impactos humanos tal vez hayan comenzado a repercutir marcadamente en los entornos naturales, incluso antes de la llegada de los españoles en el siglo XVI. Con el uso de los hábitats ribereños en el Cañón de Chaco (en el noroeste de Nuevo México) a manera de ejemplo, Sublette et al. (1998: 9) sostienen que las culturas que viven en pueblos en el Río Grande medio podrían haber repercutido negativamente en estos hábitats mediante actividades como la recolección de madera y la agricultura de riego. En el Valle de Presidio, los asentamientos agrícolas nativos también repercutieron en el medio ambiente mediante la práctica de quema de los campos agrícolas para deforestarlos para la plantación. En diciembre de 1747, Ydoiaga (1992: 65) solicitó a los residentes que fueran más cuidadosos con los incendios porque estaban reduciendo la cantidad de forrajes disponibles para los caballos y las mulas. Madrid (1996: 19) sugiere que estos incendios tal vez hayan afectado la ecología del Valle de Presidio al reprimir el crecimiento de algunos arbustos, y favorecer las gramíneas adaptadas a los incendios.

La conversión de los hábitats de las bases de los ríos a campos agrícolas obviamente redujo la cantidad de acres cubiertos por vegetación natural y tal vez ciertos tipos de vegetación fueron más susceptibles a la conversión que otros. En 1903, Metcalfe (1903: 3, 7) observó que en el Valle de Mesilla, la zona de *cachanilla*, en terrenos más altos y dominados por cachanilla y gramíneas, fue el tipo de hábitat más afectado por la agricultura. De igual manera, sobre la base de las observaciones realizadas en 1930, Fosberg (1940: 580) indicó que la agricultura había desplazado probablemente al pasto *Sporobolus airoides* como la planta predominante del valle fluvial. Estas zonas de pastizales abiertos tal vez se hayan preferido para la agricultura porque eran relativamente fáciles de cultivar. Cuando algunos de los mismos suelos fueron arrasados del borde del río por viento y depositados en otras partes, su uso se volvió más difícil dada la necesidad de nivelar el suelo antes de cultivarlo (Nelson y Holms 1914: 34).

Independientemente de si la deforestación tuvo como objetivo la agricultura o simplemente con la tala para necesidades de combustible y construcción, a mediados del siglo XIX, era evidente que siglos de asentamientos intensivos habían impactado en el bosque ribereño del Río Grande medio. En un campo cerca de la desembocadura del Río Puerco, Turner (1966: 77) observó, en 1846, que los árboles eran un recurso escaso y valioso:

> No hay bosques o se trata de bosques muy pequeños en Del Norte. Ocasionalmente vemos arboledas de álamos conservadas con gran cuidado, dado que suministran el único material con el cual se fabrican carretas para todo el país. Estas arboledas siempre se encuentran en propiedad privada.

La observación de Turner sobre la falta de árboles en secciones del Río Grande medio fue repetida por otros viajeros hacia el sur a mediados del siglo XIX (Abert (1962: 119), Emory (1976: 51), Calvin (1951: 200)).

Los rodales de álamos también sufrieron las consecuencias en otras partes del Río Grande desértico. En los tramos limitados del valle de la región del Big Bend, los árboles de álamos "[fueron] alguna vez más abundantes que en la actualidad", una disminución por la que Wauer (1980: 24) culpa a los leñadores que trabajaban para minas y proyectos de construcción a finales del siglo XIX. Por otra parte, había algunas actividades ganaderas y agrícolas en las márgenes del río en la región; después del establecimiento del Parque Nacional Big Bend en 1944, la vegetación ribereña respondió a la interrupción del pastoreo y la explotación agrícola con un aumento de la densidad, incluido el crecimiento renovado de gramíneas, cañas, y mesquites (Boeer y Schmidly 1977: 214).

Muchos de los sitios con pocas gramíneas catalogados en la sección de gramíneas y otras plantas se encontraban en lugares de tráfico pesado donde el ganado de viajeros anteriores probablemente había comido todo el pasto. A pesar de que Emory informó sobre la existencia de buen pasto en 1846 (Emory (1976: 50)), Magoffin ofrece una descripción más típica (1926: 203-4) y en 1847 observó que en el lugar de campamentos frecuentes cerca de Brazito, "el pasto había sufrido ya como consecuencia de los *campamentos*" El grupo de Eccleston experimentó una situación similar cuando ingresaron por primera vez al Valle de El Paso en 1849 y decidieron seguir, en parte porque "el pasto también estaba bastante usado" (Eccleston 1950: 127).
Los viajeros y los colonos desempeñaron una función similar en otro cambio importante en la vegetación del río: la introducción de plantas exóticas. En 1930, Fosberg (1940: 581) recolectó 23 especies de plantas introducidas en el Valle Mesilla (Cuadro 3), desde plantas maderosas (*Tamarix sp.*) hasta plantas rodadoras (o espinardo, *Salsola kali*), cardos (*Sonchus sp.*) y un carrizo introducido (*Arundo donax*).

Una de las plantas exóticas más importantes fue el tamarisk, conocido también como tamarisco. Proveniente del Mediterráneo, esta especie exótica se utilizó como adorno o paravientos, así como para el control de la erosión y, al igual que los álamos y los sauces, es un freatofito que produce semillas que germinan mejor en suelos abiertos y húmedos (Horton 1977: 124). En cantidades pequeñas al menos, estaba presente en la zona de Albuquerque en 1908, en el Parque Mesilla en 1910, en El Paso en 1926, y en el Valle de Presidio en 1935 (Crawford et al. 1993: 30, Everitt 1998: 664). Con la construcción de diques, la regulación del caudal y la canalización, el tamarisco cobró cada vez más predominancia; Everitt (1998:665) sostiene que el tamarisco no fue responsable de los cambios en la hidrología del río (como el ancho del canal o la etapa de crecida), sino que simplemente respondió a tales cambios que ya estaban en marcha. Tanto en el valle del Río Grande medio como en el valle de Presidio, se esparció ampliamente después de

crecidas importantes, en 1929 y 1942, respectivamente (Crawford et al. 1993: 30, Everitt 1998:665). Según explica Everitt (1998: 665), estas crecidas dispersaron las semillas de tamariscos ampliamente por los terrenos aluviales a zonas anteriormente no colonizadas y también abrieron hábitats nuevos por medio del socavamiento y la migración del canal.

Everitt (1998: 658) concluye que "no hay pruebas que el tamarisco haya desplazado activamente a especies nativas" en el Río Grande y los valles de El Paso y Presidio. No obstante, en algunas zonas, la "producción vasta de semillas en el aire, el período prolongado de germinación y el crecimiento rápido le permitieron competir favorablemente con los árboles nativos en la colonización de superficies arenosas o cenagosas recientemente estabilizadas" (Graf 1994: 99). Independientemente de si el tamarisco desempeñó una función activa en el reemplazo de la vegetación nativa, domina muchas zonas en el Río Grande. Desde Ft. Quitman hasta el Valle de Presidio, "el tamarisco ocupa tierras que antes eran cubiertas por regiones arboladas de álamos y matorrales de tornillo" (Everitt 1998: 665). A principios de la década de 1960 el tamarisco y el tornillo representaban aproximadamente 40% de la cubierta superior en un bosque cerca de Las Cruces, en comparación con menos de 5 % de la cubierta ocupada por álamos (Campbell y Dick-Peddie 1964: 496). Los datos de 1982 y 1989, para la zona entre Bernardo y San Marcial, documentan 6560 hectáreas de tamariscos, en comparación con solo 1685 hectáreas de "montes y matorrales" (Crawford et al. 1993: 35).

La dispersión del tamarisco puede repercutir significativamente en comunidades animales. En el curso del río sobre Presidio, Engel-Wilson y Ohmart (1978) observaron que las distribuciones de muchos grupos diferentes de vertebrados estaban afectadas por la presencia de tamariscos. Por ejemplo, la mayoría de las especies de pájaros que demostraron preferencias de hábitats se encontraban más a menudo en hábitats de álamos y sauces o tornillo y *wolfberry* en verano y en hábitats de álamos y sauces en invierno; la única especie de aves que mostró una preferencia fuerte por los hábitats dominados por los tamariscos fue la paloma de alas blancas, que anidaba en estas zonas (Engel-Wilson y Ohmart 1978: 24-30). Las densidades de roedores eran más altas en zonas dominadas por mesquite y relativamente bajas en la comunidad de tamariscos (Engel-Wilson y Ohmart 1978: 39-43). Los zorrinos, los mapaches y los linces fueron las únicas especies de mamíferos grandes que utilizaron en gran medida la comunidad de tamariscos (Engel-Wilson y Ohmart 1978: 46-50). Si bien casi nunca se observaron reptiles entre los tamariscos y solo se observaron en zonas donde la bóveda de ramas estaba interferida por líneas de cercas y otros bordes de hábitats, los sapos de Texas eran relativamente comunes en los tamariscos, y los efectos de sombras de su bóveda de rama tal vez haya extendido el período de actividad después de las lluvias (Engel-Wilson y Ohmart 1978: 51-54).

Un segundo árbol exótico, el olivastro (*Elaeagnus ausutifolia*) se introdujo a la región a comienzos del siglo XX (Crawford et al. 1993: 30). A pesar de que se ha esparcido ampliamente en el oeste de los Estados Unidos, su dispersión a lo largo del curso del Río Grande desértico ha sido menos marcada que la del tamarisco. Campbell y Dick-Peddic (1964) descubrieron que solo estaba presente en las márgenes del río en Nuevo México al norte de la Presa Elephant Butte.

Cambios cuantitativos en la vegetación

Extensión de superficie. Son escasos los datos que describen la abundancia relativa de las diferentes comunidades vegetales en el Río Grande desértico antes del desarrollo agrícola extensivo. En 1889, Follett (1901: 195) describió el extremo bajo de la parte de Texas del Valle Mesilla como de aproximadamente 6200 hectáreas de "marismas" no cultivadas. Detalló además esta área como inclusiva de los siguientes tipos de vegetación:

- 25% "moderadamente bien cubiertos ...con álamos,"
- 50% "no anegada" y "compuesta de matorrales de tornillo," y
- 25% "tierra anegada" incluidos bancos de arena desnudos, matorrales de sauces y "llanos, que se anegan cada vez que se eleva el nivel del río y producen anualmente una cantidad considerable de ajonjeras" (Follett 1901: 196).

A pesar de que incluyen tierras cultivadas, incluso las primeras estimaciones de las proporciones ocupadas por diferentes tipos de vegetación de terrenos aluviales pueden derivarse de estudios catastrales de ejidos exteriores y límite norte-sur realizados después del Relevamiento Principal de Meridiano en Nuevo México a mediados de la década de 1850 (consulte Apéndice A para obtener una descripción de estos relevamientos y cómo se extrajeron datos de resumen de ellos). En el Valle Mesilla aproximadamente 61 kilómetros de líneas completas se trazaron en 1857, y en el Valle Las Palomas, aproximadamente 27 kilómetros se trazaron en 1857 y 10 en 1877 (mapas 4 y 5). Solo 2,7 kilómetros de líneas de planimetría se trazaron en el Cañón de Selden, todas en 1857. De los 7 tipos diferentes de hábitats recopilados de los datos de la planimetría, las zonas cubiertas con álamos y deforestadas o zonas abiertas dominadas, cada una equivalente a 1/3 de la distancia cruzada por las líneas. La categoría "sin bosque" incluye zonas en las que predominan mesquites (probablemente mesquite y tornillo) y otros crecimientos de arbustos así como zonas con vegetación escasa o de crecimiento bajo.

Fauna

Debido a las alteraciones importantes en la hidrología del río y las poblaciones de plantas en el río, no es sorprendente que las poblaciones animales se hayan modificado también. Esta sección combina los relatos descriptivos directos de las observaciones de los primeros exploradores y viajeros con respecto a la vida animal en el Río Grande desértico con el tratamiento de los procesos naturales que repercuten en dichas poblaciones para ofrecer una impresión más general de la fauna y la manera en que ha sido influenciada por cambios en el río.

Escrito en 1849, un diario de viajero es especialmente sorprendente porque menciona animales generalmente omitidos en otros relatos, incluidos roedores, reptiles e insectos. Mientras acampaba en el Valle de Las Palomas, el grupo de Powell

> ...descubrimos que estamos en una guarida perfecta de cascabel. Todos a trabajar en los arbustos y a matar las serpientes. No sé cuántas matamos. Eran muy grandes, tenían anillos negros y blancos alrededor de sus colas sobre el cascabel ....¡Una que ayudé a matar tenía 13 cascabeles y los colmillos medían casi una pulgada de largo!...Además de las serpientes, tenemos ratas, ratones, conejos de rabo negro, codornices y unos cuantos ciempiés a nuestro alrededor. (Powell 1981: 102-103)

Unos cuantos días después, Powell reflexionó sobre la importancia de estos encuentros con la vida silvestre:

> Nuestras vidas están en constante peligro. Hoy vimos ciempiés y una lombriz amarilla sucia de casi una pulgada de largo, que, según lo que dicen aquellos que han estado en el país antes, es venenosa. Los saltamontes son especialmente matizados aquí; algunos son negros y blancos; otros son rojos, amarillos y negros, y algunos he visto que tienen un vestido de muchos colores brillantes, lo cual me recuerda más a un payaso en un circo que cualquier otra cosa. (p. 105)

Peces . En general, los animales mencionados en las descripciones de los exploradores y los viajeros son importantes como fuentes de alimentos o pieles. En otros casos se trató de animales grandes que atrajeron la atención de los escritores. En las aguas del Río Grande, los peces y las tortugas de agua dulce eran comunes e interesantes como fuentes de alimentos. Un miembro del grupo de Espejo, mientras estaba detenido en una zona amplia pantanosa en el Valle bajo de El Paso en 1583, comentó sobre las "cantidades de peces cercanos en el río" (Luxan 1929: 69). Al llegar al río cerca de El Paso moderno, el cronicador del viaje de Oñate de 1598 explicó que "las aguas abundantes del río estaban llenas de muchos peces y fácilmente atrapamos algunos" (Villagra 1933: 127).

Un relato más específico de los peces en la zona de El Paso proviene de una descripción de la vida en esta localidad, en 1773: "...abundan los peces en el río conocidos como escorpina, aunque algunos los llaman brema. Otros tipos deliciosos son el *corazón* y la *enguila*, todos más grandes que medianos. Las *enguilas* [anguilas] se encuentran con mayor frecuencia en los estanques formados por el rebosamiento del río que en el canal" (Hackett 1902: 508-509). En 1846, aun se informaba sobre peces y anguilas como algo bastante común en el río cerca de El Paso (Ruxton 1973: 168).

A lo largo de los tramos del norte del Río Grande desértico, bagres y tortugas de caparazón blando formaban parte de las descripciones de los viajeros del siglo XIX (por ejemplo: Emory 1976: 49; Johnston 1848: 570, Bieber 1936: 337). En 1847, Ferguson

describió que había capturado "varios bagres blancos con manchas azules ..." unas cuantas millas debajo de Socorro (Bieber 1936: 333). Dos años más tarde, frente a Fra Cristóbal, Powell (1981: 100) informó que había atrapado unos bagres azules que pesaban entre 5 y 20 libras. Bagres "muy grandes y pesados" y también se informó sobre unas tortugas de caparazón blando cerca de la desembocadura del Pecos (Emory 1987, vol. I, pt. 1: 78).

Organismos acuáticos ligados, como los peces, obviamente se perjudicaron cuando caudales reducidos y perturbaciones a los flujos se hicieron más frecuentes después de finales del siglo XIX y comienzos del XX. A diferencia de las primeras descripciones de un río con gran cantidad de peces, a finales de la década de 1890, cerca de El Paso, Mearns (1907: 80-81) observó que "como resultado del nivel bajo de las aguas en este tramo del Río Grande en ciertas estaciones, la fauna de peces es limitada y variable ...."

Los cambios en la configuración natural del flujo del río y los patrones de crecidas y sedimentación, así como una reducción en la formación de meandros podrían haber afectado las poblaciones de peces de diferentes maneras. La pérdida de los hábitats de aguas muertas como lodazales y estanques probablemente repercutieron de manera negativa en las especies que prefieren lagunas y aguas mansas, como las anguilas y el pez luna. Peces pequeños, de corta vida, limitados en gran medida a los flujos principales del Río Grande, incluida la sanguinerola plateada del Río Grande en vías de extinción (*Hybognathus amarus*), y 3 tipos de carpas plateadas (*Notropis simus simus, N. orca, N. jemezanus*) y un cacho (*Hybopsis aestivalis*) que han desaparecido del río en Nuevo México, sufrieron las consecuencias negativas de las reducciones en los caudales que restringieron y fragmentaron el hábitat disponible (Bestgen y Platania 1990: 7). Niveles en aumento de sedimentos finos podrían repercutir negativamente en especies como el pez catostómico azul (*Cycleptus elongatus*), que prefiere substratos duros o de arena gruesa (Propst 1999: 52-53); dado que sus huevos se adhieren al lecho de rocas y guija (Propst 1999: 52), el hábitat para desovar podría también estar afectado por las reducciones en el caudal, que pueden permitir que sedimentos finos obturen los espacios entre las guijas (Beschta y Jackson citado en Poff et al. 1997: 775).

Mamíferos. Otro grupo de vertebrados que se redujo severamente como resultado de la actividad humana fueron los mamíferos de piel. No obstante, su declinación precedió reducciones serias en los caudales del siglo XIX. Como explica Weber (1982: 130), después de la apertura comercial con Santa Fe a comienzos de la década de 1820, los cazadores de pieles americanos rápidamente explotaron las poblaciones de castores en Nuevo México, que anteriormente habían sido ignoradas en gran medida por los mexicanos porque no tenían acceso a un mercado establecido para las pieles. No obstante, los americanos eficazmente atraparon a todos los castores en las zonas cercanas a los asentamientos de Nuevo México del centro y norte en 1823 (Weber 1982: 130). En

1826, un funcionario mexicano se quejó que "La toma de pellejos de castores es una rama del negocio muy redituable solo para loa angloamericanos que forman grupos de caza y también establecimientos para ellos durante muchos meses; en consecuencia muy pronto se destruirá la especie." (Madrid citado en Marshall 1916: 259).
A pesar de predicciones tan espantosas, las poblaciones de castores evidentemente sobrevivieron o retornaron al Río Grande; una cantidad de diarios de 1846 informaron al respecto. Ruxton (1973: 170) notificó indicios de castores en el curso del río cerca del lugar de campamento Alamitos en el sur del Valle Mesilla. A un día de marcha sobre Socorro, Ferguson observó indicios de castores (Bieber 1936: 331). En un campamento cerca de Fra Cristóbal, Emory (1976: 55) también mencionó rastros de castores. El grupo de Cooke atrapó castores en dos lugares separados (separados por 5 días de viaje) entre Socorro y Rincón moderno (Bieber 1938: 92, 96). A pesar de que se lo notificó con menor frecuencia, es probable que las nutrias también hayan sobrevivido: en el Valle de Engle, Johnston (1848: 575) observó huellas de nutrias a lo largo del banco del río. Hasta la fecha, los castores mantienen una tenencia débil de algunos tramos del Río Grande desértico (consulte Capítulo 5).

Muchos otros tipos de mamíferos grandes se incluyeron en los primeros relatos. Los ciervos se mencionaron en numerosos relatos del siglo XIX, especialmente en los tramos relativamente no colonizados del río: entre Socorro y el cruce de San Diego, en 1807 y 1846, (Jackson 1966: 408, Ruxton (1927: 178), Turner (1966: 80), Emory (1976: 54, 55), Johnston (1848: 575), Cooke (Bieber 1936: 93, 95) y Abert (1962: 131)); entre Canutillo actual y los estrechos sobre El Paso, fueron observados por Ruxton (1927: 170) y Eccleston (1950: 156) en 1846 y 1849, respectivamente; cerca de Ft Quitman actual fueron observados por Whiting en 1849 (Bieber 1938: 300), y en los cañones bajos sobre Pecos, los informó Michler (Emory 1987, vol. I, pt. 1: 78).
Solo algunas de estas observaciones estuvieron acompañadas por detalles que nos permiten identificar las especies de ciervos. Cerca de Fra Cristóbal, Emory informó que un miembro de su grupo "mató a un ciervo común de Virginia" (1976: 54), mientras que cerca de Ft. Quitman y sobre la desembocadura del Pecos, los ciervos se describieron con colas negras (Bieber 1938: 300; Emory 1987, vol. I, pt. 1: 78).

Predadores grandes, osos, pumas y lobos, se mencionaron en los relatos de mediados del siglo XIX, pero solo ocasionalmente. Emory, Cooke y Ferguson informaron haber visto osos (o signos de osos) en los tramos norte del Río Grande aguas arriba del cruce de San Diego (Emory 1976: 55; Bieber 1938: 93; Bieber 1936: 331). Ruxton (1927: 178) informó hacer cazado una "pantera" en un arroyo cerca de Valverde. Mientras acampaba en un risco sobre el río (quizá cerca de la Montaña de San Diego) Ferguson mencionó matar "lobos" en cercanías del campo (Bieber 1936: 337); dado que los coyotes a menudo eran denominados "lobos de las praderas" en esos tiempo, tal vez se estaba refiriendo a estos en lugar de lobos grises o mexicanos. Johnston (1848: 575) ofrece una

de las listas más exhaustivas de indicios de mamíferos y pájaros para un tramo único en el río, en el Valle Engle: "Al pasar por el río, observé huellas de nutria, gato montés, lince, oso, mapache mofeta, grulla, pato, chorlito, ciervo y codorniz de California".

Pájaros. Al igual que con los pescados y los mamíferos, se prestó mucha atención a las aves como alimentos potenciales. Las aves de caza (incluidas grullas, patos, gansos, pavos, y codornices) predominaron en muchos relatos de 1582-1902 (por ejemplo: Bartlett 1965: 218; Bieber 1938: 93; Bieber 1936: 337; Emory 1976: 49, 54, 55; Gibson 1935: 293; Granjon 1986: 34; Johnston 1848: 571, 573, 575; Luxan 1929: 68; Ruxton 1973: 178; Turner 1966: 77, 80; Villagra 1933: 127; Wislizenus 1969: 37). Una serie de menciones en el diario de Eccleston (1950), escrito mientras viajaba de sur a norte por el Valle de El Paso en 1849, destaca el interés de los viajeros en pájaros como alimentos y es especialmente revelador dado que no mencionó ciervos en este tramo del río.

- 3 de septiembre. "Hay muchos patos en estos lugares ....Nuestros muchachos mataron un grupo de aves, algunos patos jóvenes y codornices, [etc.]..." (p. 128).
- 13 de septiembre. Eccleston menciona que el grupo del hermano "se ha alimentado casi completamente con patos últimamente; han matado tantos" (p. 139). En la descripción general de la zona de El Paso escrita en la misma fecha observa "Hay pequeños lagos o estanques esparcidos, donde se encuentran grandes cantidades de patos y algunos gansos ..." (p. 140).

Un número relativamente bajo de viajeros observó otros tipos de pájaros. En 1849, Whiting describió haber visto "una bandada de veinticinco pelícanos blancos enormes" en un estanque cerca del extremo sur del Valle de El Paso (Bieber 1938: 300). Abert y Emory observaron aves no de caza en los tramos del norte del Río Grande desértico en 1846, conjuntamente con las especies de caza observadas con mayor frecuencia (consulte cuadro).

Pájaros que se enumeran en los relatos de Abert (1962) y Emory (1976) observados en sus viajes en el Río Grande desértico sobre el cruce de San Diego en 1846. Cuando es posible, se suministran los nombres modernos probables derivados de nombres alternativos enumerados en Terres (1980) y de códigos de abundancia en la lista de pájaros para Bosque del Apache National Wildlife Refuge (Servicio de Pesca y Vida Silvestre de los Estados Unidos, 1999).

Lista de Abert	Lista de Emory	Nombre moderno probable
somorgujo (colymbus glacialis)		somorgujo común
grulla azul		Gran garza azul
cisne (cygnus americanus)		cisne del desierto
ganso silvestre	ganso silvestre	ganso de la nieve

ganso silvestre		ganso de Canadá
pato silvestre		pato silvestre
cerceta		
	pato azul	
	pato de verano	
mergo (anas merganser)		mergo común
águila calva		águila calva
gavilán (Falco sparverius)		cernícalo americano
	halcón (como el gavilán pero color)	esmerejón
pavo		pavo silvestre
codorniz (con cresta en la cabeza)	codorniz (¿ortix squamosa?), codorniz azul	codorniz escamosa
grulla	sandcranes	Sandhill Crane
	chorlitos	frailecillo norteamericano
	avoceta	avoceta americana
pinzón rojo (Picus mexicanus)		pinzón del norte (pecho rojo)
pinzón rojo (Picus mexicanus)		pinzón del norte (pecho rojo)
pájaro carpintero dorado		pinzón del norte (pecho amarillo)
trepador (Picus querulus, o carpentero)		
galdón (lanins borealis)		alcaudón
	cuervo	
alondra de la costa		Horned Lark
sapsucker pequeño (sitta carolina)		trepatroncos blanco
azulejos mexicanos (sialia occidentalis)		azulejo occidental
sabanero mexicano (sturna neglecta)	sabaneros	sabanero occidental

A pesar de que son relativamente pocas las especies de aves que se eliminaron completamente del Río Grande desértico, muchas especies han sufrido las repercusiones de las actividades humanas en el río (consulte Capítulo 6). Finch et al. (1995: 149) identificaron 6 factores relacionados con las personas que han influenciado las

poblaciones de aves en el Río Grande medio, todas las cuales también estaban presentes en otros tramos del Río Grande desértico:

1. reemplazo de vegetación nativa con plantas exóticas leñosas parecidas al tamarisco,
2. reducción de hábitats de pantanos,
3. regeneración reducida de álamos,
4. pérdida de hábitats nativos por actividades agrícolas y urbanización,
5. parasitismo de garrapatero, y
6. perturbación neta de los humanos y animales domésticos.

El impacto de los cambios en el régimen hidrológico natural del río no está limitado a las aves acuáticas. La diversidad y la heterogeneidad estructurales de los bosques ribereños a lo largo del río estuvieron influenciadas por los cambios en crecidas y canales y, de esta manera, se afectó a las aves que utilizan los bosques. Farley et al. (1994: 1106) sugirieron que a una escala regional, la diversidad alta de especies hubiera sido mantenida con regímenes de caudales naturales porque los bosques de edades diferentes sustentan a una comunidad diferente de aves. Descubrieron , por ejemplo, que a pesar de que un rodal de dos años de antigüedad sustentaba relativamente pocas especies de aves en comparación con rodales más antiguos, algunas de las especies que utilizan los rodales no estaban presentes en ninguna de las clases más antiguas (Farley et al. 1994: 1105).

Un resultado similar puede preverse para todo grupo taxonómico de organismos que habitan el curso del Río Grande desértico. La diversidad regional estaría sustentada no solo por clases de edades diferentes de rodales de bosques ribereños creados por procesos geomórficos naturales, sino también por la diversidad de hábitats que no son bosques esparcidos en terrenos aluviales. De esta manera, incluso los organismos terrestres del Río Grande desértico deben considerarse a la luz de los procesos hidrológicos y geomórficos que finalmente determinan el paisaje ribereño. Como tal, además de catalogar la biodiversidad de vertebrados en diferentes tramos del Río Grande desértico, las listas de especies y relatos en los capítulos a continuación ofrecen al menos información mínima sobre los requisitos para el hábitat de cada especie, con un vínculo directo a los procesos que crean y mantienen estos hábitats.

Abert, J.W. 1962. *Abert's New Mexico report, 1846-'47.* Albuquerque: Horn and Wallace Publishers. [Reimpresión de *Report of Lieutenant J.W. Abert, of his examination of New Mexico, in the years 1846-'47.* 30th Cong. 1st Sess. Senate Executive Document No. 23].

Ackerly, N.W. 1994. Historic and modern irrigation systems. In *El Valle Bajo: the culture history of the Lower Rio Grande Valley of El Paso,* Volume 1: Culture and Environment in the Lower Valley, ed. J.A. Peterson and D.O. Brown, pp. 118-129. Prepared for the El Paso County Lower Valley Water District Authority. El Paso: Archaeological Research, Inc/ Austin: Hicks and Company.

Ackerly, N.W. 1996. *A review of the historic significance and management recommendations for preserving New Mexico's acequia systems.* Santa Fe: Historic Preservation Division.

Ackerly, N.W. 1998. The evolution of the Rio Grande. In *Proceedings of the 43rd Annual New Mexico Water Conference: Water challenges on the Lower Rio Grande,* ed. C.T. Ortega Klett, pp. 26-32. Las Cruces, NM: New Mexico Water Resources Research Institute.

Asplund, K.K. and M.T. Gooch. 1988. Geomorphology and the distributional ecology of Fremont Cottonwood (*Populus fremontii*) in a desert riparian canyon. *Desert Plants* 9(1): 17-27.

Baldwin, P.M. 1938. A short history of the Mesilla Valley. *New Mexico Historical Review* 13: 314-324.

Bandelier, A.F. 1976. *Historical introduction to studies among sedentary Indians of New Mexico,* Volume 1 of the Papers of the Archeological Institute of America, American Series. Millwood, NY: Krause Reprint Company. [Originally published in 1881 by A. Williams, Boston.]

Bartlett, J.R. 1965. *Personal narrative of explorations and incidents in Texas, New Mexico, California, Sonora, and Chihuahua, connected with the United States and Mexican Boundary Commission, during the years 1850, 1851, 1852, and 1853.* Volume I. Chicago: Rio Grande Press. [Reprint of 1854 publication.]

Bartlett, R.C. 1995. *Saving the best of Texas: a partnership approach to conservation.* Austin: University of Texas Press.

Bestgen, K.R. and S.P. Platania. 1990. Extirpation of *Notropis simus simus* (Cope) and *Notropis orca* Woolman (Pisces: Cyprinidae) from the Rio Grande in New Mexico, with notes on their life history. *Occasional Papers, Museum of Southwestern Biology* Number 6: 1-8.

Bieber, R. P., ed. 1936. *Marching with the Army of the West, 1846-1848.* Glendale, CA: Arthur H. Clark Co.

Bieber, R.P., ed. 1938. *Exploring southwestern trails, 1846-1854.* Glendale, CA: Arthur H. Clark Co.

Boeer, W.J. and D.J. Schmidly. 1977. Terrestrial mammals of the riparian corridor in Big Bend National Park. In *Importance, preservation and management of riparian habitat: a symposium,* coord. R.R. Johnson and D.A. Jones, pp. 212-217. USDA, Forest Service, General Technical Report RM-43. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

Brockway, H.S. 1850. Across southern trails to California. Reprinted from the *Jonesville (Michigan) Telegraph,* May 9, 1850.

Burkham, D.E. 1972. Channel changes of the Gila River in the Safford Valley, Arizona 1846-1970. Geological Survey Professional Paper 655-G. Washington, D.C.: United States Government Printing Office.

Burkholder, J.L. 1928. *Report of the Chief Engineer, submitting a plan for flood control, drainage and irrigation of the Middle Rio Grande Conservancy District.* Albuquerque: State of New Mexico, Middle Rio Grande Conservancy District.

Calvin, R. 1951. Notes. In *Lieutenant Emory reports: A reprint of Lieutenant W. H. Emory's notes of a military reconnaissance,* Introduction and notes by R. Calvin. Albuquerque: University of New Mexico Press.

Campbell, C.J. and W.A. Dick-Peddie. 1964. Comparison of phreatophyte communities on the Rio Grande in New Mexico. *Ecology* 45 (3): 492-502.

Carter, J.L. 1997. *Trees and shrubs of New Mexico*. Silver City, NM/Boulder, CO: Mimbres Publishing/Johnson Books.

Castadeña, P. 1984. The narrative of the expedition of Coronado. In *Spanish explorers in the southern United States, 1528-1543*, ed. F.W. Hodge, 275-387. Austin: Texas State Historical Society.

Cleverly, J.R., S.D. Smith, A. Sala, and D.A. Devitt. 1997. Invasive capacity of Tamarix ramosissima in a Mojave Desert floodplain: the role of drought. *Oecologia* 111: 12-18.

Cottam, G. and J.T. Curtis. 1956. The use of distance measures in phytosociological sampling. *Ecology* 37(3): 451-460.

Couchman, D.H. 1990. *Cooke's Peak, pasaron por aqui: a focus on United States history in southwestern New Mexico*. Cultural Resources Report No. 7. Las Cruces: Bureau of Land Management, Las Cruces District.

Crawford, C.S., A.C. Cully, R. Leutheuser, M.S. Sifuentes, L.H. White, J.P. Wilber. 1993. *Middle Rio Grande ecosystem: Bosque Biological Management Plan*. Albuquerque: U.S. Fish and Wildlife Service.

Eccleston, R. 1950. *Overland to California on the Southwestern Trail, 1849: Diary of Robert Eccleston*, eds. G.P. Hammond and E.H. Howes. Berkeley: University of California Press.

Emory, W.H. 1976. *The United States conquest of California*. New York: Arno Press. [Reprint of: *Notes of a military reconnaissance, from Fort Leavenworth, in Missouri, to San Diego, in California, including part of the Arkansas, Del Norte, and Gila Rivers*. 30th Congress, 1st Session, Executive Document No. 41 (1848).]

Emory, W. H. 1987. *Report on the United States and Mexican Boundary Survey, made under the direction of the Secretary of the Interior*, 2 volumes.. Austin: Texas State Historical Association, Austin. [Reprints of 34th Congress, 1st Session, House Executive Document 135 (1857) and 34th Congress, 1st Session, House Executive Document 108 (1859).]

Engel-Wilson, R.W. and R.D. Ohmart. 1978. *Assessment of vegetation and terrestrial vertebrates along the Rio Grande between Ft. Quitman, Texas and Haciendita, Texas*. Prepared for the United States Section of the International Boundary and Water Commission, Contract No. IBM 77-17.

Everitt, B.L. 1968. Use of the cottonwood in an investigation of the recent history of a floodplain. *American Journal of Science* 266: 417-439.

Everitt, B.L. 1977. Historical background. In *A preliminary appraisal of cultural and historical resources found along the Rio Grande between Fort Quitman and Haciendita, TX*, ed. C.A. Johnson, 21-25. Publications in Anthropology, No. 5. El Paso Centennial Museum, University of Texas at El Paso.

Everitt, B.L. 1993. Channel responses to declining flow on the Rio Grande between Ft. Quitman and Presidio, Texas. *Geomorphology* 6: 225-242.

Everitt, B. L. 1998. Chronology of the spread of tamarisk in the central Rio Grande. *Wetlands* 18(4): 658-668.

Farley, G.H., L.M. Ellis, J.N. Stuart, N.J. Scott. 1994. Avian species richness in different-aged stands of riparian forest along the Middle Rio Grande, New Mexico. *Conservation Biology* 8 (4): 1098-1108.

Fenner, P., W.W. Brady, and D.R. Patton. 1984. Observations on seeds and seedlings of Fremont cottonwood. *Desert Plants* 6(1): 55-58.

Fenner, P., W.W. Brady, and D.R. Patton. 1985. Effects of regulated water flows on regeneration of Fremont cottonwood. *Journal of Range Management* 38(2): 135-138.

Finch, D.M., G.L. Wolters, W. Yong, M.J. Mund. 1995. Plants, arthropods, and birds of the Rio Grande. In *Ecology, diversity, and sustainability of the Middle Rio Grande Basin*, ed. D.M. Finch and J.A. Tainter, pp 133-160. USDA Forest Service General Technical Report RM-GTR-268.

Follett, W.W. 1901. Report of W.W. Follett. In *El Paso Dam and Elephant Butte Dam: Testimony submitted to the Committee on Foreign Affairs*, pp. 189-208. Washington: Government Printing Office. [Reprint of article from *The Century Magazine*, January 1901.]

Fosberg, F.R. 1940. The aestival flora of the Mesilla Valley region, New Mexico. *American Midland Naturalist* 23: 573-593.

Frost, M. and P.A.F. Walker, eds. 1906. *The land of sunshine*. Santa Fe: New Mexico Bureau of Immigration of the Territory of New Mexico/ New Mexico Printing Co.

Fugate, F.L. and R.B. Fugate. 1989. *Roadside history of New Mexico*. Missoula, MT: Mountain Press Publishing.

Gallegos, H. 1927. *The Gallegos relation of the Rodriguez expedition to New Mexico.* trans. and eds. G.P. Hammond and A. Rey. Historical Society of New Mexico, Publications in History, Volume IV, December 1927. Santa Fe: El Palacio Press.

Garrettson, J.W. 1857. Government Land Office Survey field notes. Microfiche, available at Las Cruces District Office, Bureau of Land Management, Las Cruces, NM.

Gehlbach, F. R. 1981. *Mountain islands and desert seas: a natural history of the U.S.-Mexican Borderlands*. College Station: Texas A&M University Press.

Gibson, G. R. 1935. *Journal of a soldier under Kearney and Doniphan, 1846-1847*, ed. R.P. Bieber. Arthur H. Clark, Co., Glendale, CA.

Graf, W.L. 1994. *Plutonium and the Rio Grande: environmental change and contamination in the nuclear age*. New York: Oxford University Press.

Granjon, H. 1986. *Along the Rio Grande: A pastoral visit to southwest New Mexico in 1902*, ed. M.R. Taylor and trans. M.W. Lopez. Albuquerque: University of New Mexico Press (published in cooperation with the Historical Society of New Mexico).

Hackett, C.W., ed. 1902. *Historical documents relating to New Mexico, Nueva Vizcaya, and Approaches thereto, to 1773*, Volume III. Collected by A.F.A. Bandelier and F.R. Bandelier. Washington D.C.: Carnegie Institution.

Hall, S.A. 1994. Surficial geology of the Lower Valley. In *El Valle Bajo: the culture history of the Lower Rio Grande Valley of El Paso*, Volume 1: Culture and Environment in the Lower Valley, ed. J.A. Peterson and D.O. Brown, pp. 10-27. Prepared for the El Paso County Lower Valley Water District Authority. El Paso: Archaeological Research, Inc/ Austin: Hicks and Company.

Hammons, N.L. 1942. A history of El Paso County, Texas to 1900. MA Thesis, Texas Western College, El Paso.

Harris, L.G. 1995. The developers: controlling the lower Rio Grande 1890-1980. In *Proceedings of the 40th Annual New Mexico Water Conference, Reaching the Limits: Stretching the Resources of the lower Rio Grande*, ed. C.T. Ortega Klett, 7-12. Las Cruces, NM: New Mexico Water Resources Research Institute.

Hendrickson, D.A. and W.L. Minckley. 1984. Cienegas—vanishing climax communities of the American Southwest. *Desert Plants* 6: 131-175.

Hill, R.T. 1901. Running the canyons of the Rio Grande. In *El Paso Dam and Elephant Butte Dam: Testimony submitted to the Committee on Foreign Affairs*, pp. 159-175. Washington: Government Printing Office. [Reprint of article from The Century Magazine, January 1901.]

Hinchman, V.H. and K.W. Birkeland. 1995. Age prediction based on stem size for riparian cottonwood stands. *Southwestern Naturalist* 40 (4): 406-409.

Horgan, P. 1954. *Great River: the Rio Grande in North American history*, 2 volumes. New York: Rhinehart and Co.

Horton, J.S. 1977. The development and perpetuation of the permanent tamarisk type in the phreatophyte zone of the southwest. In *Importance, preservation and management of riparian habitat: a symposium*, coord. R.R. Johnson and D.A. Jones, pp 124-127. USDA, Forest Service, General Technical Report RM-43. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

Howe, W.H. and F.L. Knopf. 1991. On the imminent decline of Rio Grande cottonwoods in central New Mexico. *Southwestern Naturalist* 36 (2): 218-224.

Hutton, N. H. 1859. Report on the El Paso and Fort Yuma Wagon Road. In *Report on the Pacific wagon roads*, ed. A.H. Campbell, 77-93. 35th Congress, 2nd Session, House Executive Document No. 108.

International Boundary Commission. 1903. Equitable distribution of the waters of the Rio Grande. *Proceedings of the International (Water) Boundary Commission, United States and Mexico, Treaties of 1884 and 1889,* Volume 2. Washington, D.C.: Department of State.

International Boundary and Water Commission. 1956. *Summary Water Bulletin, 1889-1955.*

International Boundary and Water Commission. 1956-1997. *Water Bulletin* No. 24 through No. 67.

International Boundary and Water Commission. 1978. Final Environmental Statement: Rio Grande Boundary Preservation, Hudspeth and Presidio Counties, Texas.

Irvine, J.R. and N.E. West. 1979. Riparian tree species distribution and succession along the lower Escalante River, Utah. *Southwestern Naturalist* 24: 331-346.

Jackson, D., ed. 1966. *The journals of Zebulon Montgomery Pike, with letters and related documents*. Norman: University of Oklahoma Press.

Johnson, C.A., ed. 1977. *A preliminary appraisal of cultural and historical resources found along the Rio Grande between Fort Quitman and Haciendita, TX*, Publications in Anthropology, No. 5. El Paso Centennial Museum, University of Texas at El Paso.

Johnston, A. R. 1848. Journal of Captain A.R. Johnston, First Dragoons. In *Report of Lieutenant J. W. Abert, of his examination of New Mexico in the years 1846-'47*. 30th Congress, 1st Session, House Executive Document 41. Washington, D.C.: United States Engineering Department.

Jones, O.L. 1991. Settlements and settlers at La Junta de los Rios, 1759-1822. *Journal of Big Bend Studies* 3: 43-70.

Kelley, J.C. 1952. Factors involved in the abandonment of certain peripheral southwestern settlements. *American Anthropologist* 54: 356-387.

Kelley, J.C. 1990. The Rio Conchos Drainage: History, Archaeology, Significance. *Journal of Big Bend Studies* 2: 29-41.

Kelley, J. C. 1992. The historic Indian pueblos of La Junta del los Rios. In *The Native American and Spanish Colonial Experience in the Greater Southwest*, Volume II, Introduction to the Research, ed. D.H. Snow, 117-193. New York: Garland Publishing. [Reprint of 2-part article from *New Mexico Historical Review* 27(4): 257-295 and 28(1): 21-51.]

Kelley, P. 1986. *River of lost dreams: Navigation on the Rio Grande*. Lincoln: University of Nebraska Press.

Lagasse, P.F. 1981. Geomorphic response of the Rio Grande to dam construction. *New Mexico Geological Society, Special Publication* No. 10: 27-46.

Lee, W.T. 1907. Water resources of the Rio Grande Valley in New Mexico and their development. *Water-supply Irrigation Paper* No. 188. Washington, D.C.: Department of the Interior, U.S. Geological Survey.

Leopold, L.B. 1951. Vegetation of the southwestern watersheds in the nineteenth century. *Geographical Review* 41: 295-316.

Leopold, L.B., M.G. Wolman, and J.P. Miller. 1992. *Fluvial processes in geomorphology*. New York: Dover Publications. [Reprint of 1964 publication by W.H. Freeman and Co.]

Lesley, L.B. 1949. *Uncle Sam's camels, the journal of May Humphreys Stacey supplemented by the report of Edward Fitzgerald Beale, 1857-1858*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

Lunt, I.D. 1998. Two hundred years of land use and vegetation change in a remnant coastal woodland in southern Australia. *Australian Journal of Botany* 46: 629-647.

Luxan, D. P. 1929. *Expedition into New Mexico made by Antonio de Espejo, 1582-1583, as revealed in the journal of Diego Perez de Luxan, a member of the party*, eds. G.P. Hammond and A. Rey. Los Angeles: The Quivira Society.

Madrid, E.R. 1996. Native American and mestizo farming at La Junta de los Rios. *Journal of Big Bend Studies* 8: 15-31.

Magoffin, S.M. 1926. *Down the Santa Fe Trail and into Mexico: The Diary of Susan Shelby Magoffin, 1846-1847*, ed. S.M. Drum. New Haven, Yale University Press.

Malanson, G.P. 1993. *Riparian landscapes*. Cambridge: Cambridge University Press.

Marshall, T. M. 1916. St. Vrain's expedition to the Gila in 1826. *Southwestern Historical Quarterly* 19: 251-260.

Martin, M.E. 1925. California emigrant roads through Texas. *Southwestern Historical Quarterly* 28: 287-301.

McBride, J.R. and J. Strahan. 1984. Establishment and survival of woody riparian species on gravel bars of an intermittent stream. *American Midland Naturalist* 112: 235-245.

McBroom, W. and J. Shaw. 1877. Government Land Office Survey field notes. Microfiche: available at Las Cruces District Office, Bureau of Land Management, Las Cruces, NM.

Mead, I.R. 1898. Study of the life of the tornillo zone. Undergraduate Thesis, New Mexico College of Agriculture and Mechanical Arts, Mesilla Park. Hobson-Huntsinger University Archives, New Mexico State University Library.

Mearns, A.E. 1907. *Mammals of the Mexican Boundary of the United States: A Descriptive catalogue of the species of mammals occurring in that region; with a general summary of the natural history and a list of trees*. Washington, D.C.: United States National Museum Bulletin 56/Smithsonian Institution.

Mendoza, J. 1952. Itinerary of Juan Dominguez de Mendoza,1684. In *Spanish exploration in the southwest, 1542-1706*, ed. H.E. Bolton, 320-325. New York: Charles Scribner and Sons.

Metcalf, A.L. 1967. *Late Quaternary mollusks of the Rio Grande Valley, Caballo Dam, New Mexico to El Paso, Texas.* El Paso: University of Texas at El Paso Science Series, No. One/Texas Western Press.

Metcalfe, O.B. 1903. The flora of the Mesilla Valley. Undergraduate Thesis, New Mexico College of Agriculture and Mechanical Arts, Mesilla Park. Hobson-Huntsinger University Archives. New Mexico State University.

Mills, A. 1918. *My story*, 2nd edition. Washington: Press of Byron S. Adams.

Minckley, W.L. and T.O. Clark. 1984. Formation and destruction of a Gila River mesquite bosque community. *Desert Plants* 6 (1): 23-30.

Moss, E.H. 1938. Longevity of seed and establishment of seedlings in species of *Populus*. *Botanical Gazette* 99: 529-542.

Neel, G.M. 1926. *Surface water supply of New Mexico, 1888-1925*. Santa Fe: New Mexico State Engineer's Office.

Nelson, J.W. and L.C. Holms. 1914. *Soil survey of Mesilla Valley, New Mexico-Texas*. Washington: USDA, Bureau of Soils.

Ohmart, R.D., W.O. Deason, and S.J. Freeland. 1975. Dynamics of marsh land formation and succession along the lower Colorado River and their importance and

management problems as related to wildlife in the arid southwest. *Transactions of the North American Wildlife and Natural Resources Conference* 40: 240-251.

Peterson, J.A. 1994a. The Lower Valley environment. In *El Valle Bajo: the culture history of the Lower Rio Grande Valley of El Paso*, Volume 1: Culture and Environment in the Lower Valley, ed. J.A. Peterson and D.O. Brown, pp. 5-9. Prepared for the El Paso County Lower Valley Water District Authority. El Paso: Archaeological Research, Inc/ Austin: Hicks and Company.

Peterson, J.A. 1994b. Flood and drought periodicity in the region. In *El Valle Bajo: the culture history of the Lower Rio Grande Valley of El Paso*, Volume 1: Culture and Environment in the Lower Valley, ed. J.A. Peterson and D.O. Brown, pp. 37-46. Prepared for the El Paso County Lower Valley Water District Authority. El Paso: Archaeological Research, Inc/ Austin: Hicks and Company.

Peterson, J.A., A.C. Earls, T. Myers, and H.C. Morrow. 1994. A cultural perspective on the Lower Valley. In *El Valle Bajo: the culture history of the Lower Rio Grande Valley of El Paso*, Volume 1: Culture and Environment in the Lower Valley, ed. J.A. Peterson and D.O. Brown, pp. 55-117. Prepared for the El Paso County Lower Valley Water District Authority. El Paso: Archaeological Research, Inc/ Austin: Hicks and Company.

Poff, N.L., J.D. Allan, M.B. Bain, J.R. Karr, K.L. Prestegaard, B.D. Richter, R.L. Sparks, and J.C. Stromberg. 1997. The natural flow regime: a paradigm for river conservation and restoration. *BioScience* 47(11): 769-784.

Powell, A.M. 1988. *Trees and shrubs of Trans-Pecos Texas: including Big Bend and Guadalupe Mountains National Parks*. Big Bend Natural History Association.

Powell, H.M.T. 1981. *The Santa Fe Trail to California, 1849-1852: the journal and drawings of H.M.T. Powell*, ed. D.S. Watson. New York: Sol Lewis.

Propst, D.L. 1999. *Threatened and endangered fishes of New Mexico*. New Mexico Department of Game and Fish, Technical Report Number 1.

Rood, S.B. and J.M. Mahoney. 1990. Collapse of riparian poplar forests downstream from dams in western prairies: probable causes and prospects for mitigation. *Environmental Management* 14 (4): 451-464.

Ruxton, G.F. 1973. *Adventures in Mexico and the Rocky Mountains*. Glorieta, NM: Rio Grande Press. [Reprint of 1847 publication.]

Sanchez, J.P. 1987. *The Rio Abajo frontier, 1540-1692: a history of early colonial New Mexico*. Albuquerque: Albuquerque Museum History Monograph.

Scott, M.L., J.M. Friedman, G.T. Auble. 1996. Fluvial processes and the establishment of bottomland trees. *Geomorphology* 14: 327-339.

Scurlock, D. 1998. *From the rio to the sierra: an environmental history of the Middle Rio Grande Basin*. Rocky Mountain Research Station General Technical Report RMRS-GTR-5. Ft. Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station.

Scurlock, D. 1999. Rio, Mesa, and Sierra: an environmental history of the greater El Paso area, part 1. *Password* 44 (2): 81-94.

Segelquist, C.A., M.L. Scott, and G.T. Auble. 1993. Establishment of *Populus deltoides* under simulated alluvial groundwater declines. *American Midland Naturalist* 130: 274-285.

Siegel, R.S. and J.H. Brock. 1990. Germination requirements of key southwestern woody riparian species. *Desert Plants* 10 (1): 3-8, 34.

Stromberg, J.C., D.T. Patten, B.D. Richter. 1991. Flood flows and dynamics of Sonoran riparian forests. *Rivers* 2(3): 221-235.

Sublette, J.E., M.D. Hatch, and M. Sublette. 1990. *The fishes of New Mexico*. Albuquerque: University of New Mexico Press.

SYSTAT. 1997. SYSTAT 7.0 for Windows. Chicago: SPSS, Inc.

Terres, J.K. 1980. *The Audubon Society encyclopedia of North American birds*. New York: Alfred A. Knopf.

Turner, H.S. 1966. *The original journals of Henry Smith Turner, with Stephen Watts Kearney to New Mexico and California, 1846-1847*, ed. D.L. Clark. Norman: University of Oklahoma Press.

U.S. Department of the Interior. 1999. *Amistad: Amistad National Recreation Area, Texas* [map and brochure]. Government Printing Office: U.S. Department of the Interior, National Park Service.

U.S. Fish and Wildlife Service. 1999. *Bosque del Apache National Wildlife Refuge: Birds* [checklist]. U.S. Department of the Interior.

U.S. Reclamation Service. 1914. Map of Mesilla Valley, showing various known river channels. U.S. Reclamation Service, Rio Grande Project, New Mexico-Texas. Available at New Mexico Water Resources Research Institute, New Mexico State University, Las Cruces.

Villagra, G.P. 1933. *History of New Mexico,* trans. G. Espinosa. Los Angeles: The Quivera Society.

Wauer, R.H. 1977. Significance of Rio Grande riparian systems upon the avifauna. In *Importance, preservation and management of riparian habitat: a symposium*, coord. R.R. Johnson and D.A. Jones, pp.165-174. USDA, Forest Service, General Technical Report RM-43. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station.

Wauer, R.H. 1980. *Naturalist's Big Bend*, revised edition. College Station: Texas A&M University Press.

Weber, D.J. 1971. *The Taos trappers: the fur trade in the far southwest, 1540-1846.* Norman: University of Oklahoma Press.

Weber, D.J. 1982. *The Mexican frontier, 1821-1846: the American Southwest under Mexico.* Albuquerque: University of New Mexico Press.

Weniger, D. 1984. *The Explorers' Texas*. Austin: Eakin Press.

Wislizenus, A. F. 1969. *Memoir of a tour to northern Mexico, connected with Colonel Doniphan's Expedition, in 1846 and 1847.* Glorieta, NM: Rio Grande Press. [Reprint of 30th Congress, 1st Session, Miscellaneous Document No. 26 (1848).]

Wozniak, F.E. 1987. *Irrigation in the Rio Grande Valley, New Mexico: a study of the development of irrigation systems before 1945.* Amarillo, TX: Southwest Regional Office, Bureau of Reclamation.

Ydoiaga, J. 1992. *Expedition to La Junta de los Rios, 1747-1748, Captain Commander Joseph de Ydoiaga's Report to the Viceroy of New Spain.* trans E.R. Madrid. Office of the State Archeologist, Special Report 33. Austin: Texas Historical Commission.

HIDROLOGÍA Y GEOMORFOLOGÍA DEL RÍO GRANDE/RÍO BRAVO ENTRE FORT QUITMAN Y LA PRESA AMISTAD Y LAS IMPLICACIONES PARA LA RESTAURACIÓN DEL RIO

John C. Shmidt[1]
Benjamin L. Everitt[2]

RESUMEN

México y los Estados Unidos comparten los recursos hídricos del Río Colorado y el Río Grande. Estos dos ríos están organizados de manera similar en términos de la geomorfología, la distribución de zonas generadoras de corrientes y la distribución de zonas generadoras de sedimentos. Los diques y los desvíos en las aguas de cabecera de estas dos cuencas generalmente extraen agua pero no sedimento del sistema del río y estas estructuras inducen al agrandamiento del canal aguas abajo. Diques grandes ubicados más abajo bloquean eficazmente inundaciones importantes del canal principal y captan los sedimentos aguas arriba. Estos patrones se restablecen siempre que afluentes grandes ingresan al caudal principal.

El Río Grande entre El Paso y Presidio es un tramo agrandado del curso cuyo lecho era sustancialmente más alto con anterioridad a la construcción del embalse aguas arriba. Este cambio en la forma del canal ha ocurrido porque las inundaciones aguas arriba se han reducido en gran medida pero aún se depositan sedimentos en el tramo. De esta manera, es escasa la cantidad de sedimentos transportados por los caudales del curso. El estilo del cambio es similar a los tramos del sistema del Río Colorado donde se han reducido los caudales de inundación pero aún ingresan sedimentos al canal, como el Río Green bajo en Utah. La formulación de planes eficaces de ordenación del río debe tener una perspectiva de toda la cuenca sobre la manera y la razón por la que la geomorfología del canal ha cambiado, de manera que puedan determinarse las ubicaciones más eficaces para los cambios en la ordenación.

Introducción

La hidrología y la geomorfología del Río Grande/Río Bravo entre el valle de El Paso/Juárez y la Presa Amistad comprende una gama de variabilidad temporal y espacial que es simbólica de la variabilidad de la totalidad de la cuenca de drenaje. Esta variabilidad es compartida por México y los Estados Unidos en el uso de los recursos hídricos y ha determinado las características físicas del canal que sirve como frontera común. A comienzos del siglo XX, se construyeron represas para reducir esta variabilidad natural y crear un abastecimiento de agua estable para consumo humano. La regulación del caudal por estas represas y la captación posterior para el uso consuntivo

[1] Dr. John C. Schmidt, Unidad de Ciencias de la Cuenca Hidrográfica y Departamento de Geografía y Recursos Terrestres, Universidad del Estado de Utah, Logan, Utah, (tel) 435-797-1791, jschmidt@cc.usu.edu
[2] Dr. Benjamin Everitt, División de Recursos Hídricos de Utah, Salt Lake City, Utah

modificaron el régimen hidrológico de los tramos aguas abajo, con cambios consecuentes en la estructura física del canal, su valle aluvial y los ecosistemas acuáticos y ribereños. Los propósitos de este trabajo son resumir las características hidrológicas del Río Grande/Río Bravo, haciendo hincapié en el tramo entre Fort Quitman, Texas, y la Presa Amistad y ubicar estas características dentro del marco de la totalidad de la cuenca de drenaje. También se resumen las características longitudinales del flujo de corriente y el transporte de sedimentos en este tramo que se han modificado marcadamente durante el último siglo y han ocasionado cambios importantes en el canal.

Datos disponibles

Son muchos los datos disponibles sobre este tramo. La medición del canal comenzó poco tiempo después de la firma del Tratado de Guadalupe Hidalgo en 1849. La Comisión Internacional de Límites fue creada por tratado en 1889 y ganó estado permanente en 1900. Desde su redenominación, la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) ha establecido medidores de los caudales en lugares claves del Río Grande/Río Bravo y sus afluentes principales. Muchas de estas estaciones se establecieron antes de 1990 (Cuadro 1).

Cuadro 1. Estaciones de medición de caudales entre la Presa Elephant Butte y la Presa Amistad en el Río Grande/Río Bravo

Número de estación	Nombre de estación	Período de medición
08361000	Río Grande aguas abajo de la Presa Elephant Butte, Nuevo México	21 de marzo de 1915 - presente
08362500	Río Grande aguas abajo de la Presa Caballo, Nuevo México	1 de enero de 1938 - presente
08364000	Río Grande en El Paso, Texas	10 de mayo de 1889 – 30 de junio de 1893 1 de enero de 1897 - presente
08365000	Río Grande aguas abajo de la Presa American en El Paso, Texas, y Cuidad Juárez, Chihuahua	1 de junio de 1938 - presente
08370500	Río Grande en Fort Quitman, Texas, cerca de Colonia Luis León, Chihuahua	1 de enero de 1923 - presente
08371200	Río Grande cerca de Candelaria, Texas, y San Antonio Del Bravo, Chihuahua	1 de enero de 1976 - presente
08371500	Río Grande aguas arriba del Río Conchos cerca de Presidio, Texas, y Ojinaga, Chihuahua	23 de enero de 1900 – 31 de enero de 1900 23 de febrero de 1900 – 28 de febrero de 1900 23 de marzo de 1900 – 31 de marzo de 1914

		1 de septiembre de 1919 – 31 de marzo de 1920 1 de octubre de 1923 - presente
08374200	Río Grande aguas abajo del Río Conchos cerca de Presidio, Texas, y Ojinaga, Chihuahua	1 de mayo de 1900 – 31 de mayo de 1914 1 de enero de 1931 - presente
08375000	Río Grande en el Rancho Johnson cerca de Castolon, Texas, y Santa Elena, Chihuahua	1 de abril de 1936 - presente
08377200	Río Grande en el Rancho Foster cerca de Langtry, Texas, y Rancho Santa Rosa, Coahuila	1 de enero de 1961 - presente
08450700	Presa Internacional Amistad Flujos deducidos	1 de enero de 1977 - presente

A mediados del siglo XIX se trazaron mapas del valle y del canal y se han medido nuevamente como antecedentes para disputas de tierras y aguas específicas. La historia de estos cambios geomorfológicos en relación con el derecho internacional fue descrita extensivamente por Mueller (1975). Ainsworth y Brown (1933) y Everitt (1993, 1998) describieron alteraciones geomórficas y vegetales al Río Grande/Río Bravo entre El Paso y Presidio, Texas. No se realizaron estudios específicos de los cambios en el canal aguas abajo de Presidio, pero registros de los cambios en el canal en este tramo son registrados por la CILA y han sido parcialmente descritos por Mueller (1975). Stotz (2000) resumió de manera integral información de carácter anecdótico sobre los cambios históricos de los atributos físicos y ecológicos del Río Grande/Río Bravo en el sur de Nuevo México y más abajo. Scurlock (1998) completó una historia ambiental similar aguas arriba de la Presa Elephant Butte.

Descripción de la cuenca de drenaje del Río Grande

El caudal del Río Grande/Río Bravo aguas abajo de Presidio proviene de dos tributarios (Fig. 1). El tributario norte, denominado Río del Norte por los exploradores españoles, comprende aproximadamente dos tercios de toda la cuenca de drenaje. Su caudal es alimentado principalmente por deshielo de las nieves en el sur de las Montañas Rocosas y este tributario alcanzó su flujo pico anual a finales de la primavera, antes de la construcción de embalses. El tributario sur es el Río Conchos, cuyos cursos de cabecera comprenden la Sierra Madre Occidental. A pesar de que la cuenca del Río Conchos es más pequeña que la del tributario norte, su escorrentería anual promedio es mucho mayor y este tributario alcanza caudales máximos a finales del verano. El régimen hidrológico del Río Grande/Río Bravo aguas abajo de Presidio fue el resultado de la escorrentería de cada tributario. De esta manera, el tramo entre Fort Quitman y la Presa Amistad incluye la parte mas baja del tributario norte y la parte alta de los tributarios norte y sur combinados.

Se utilizan varios nombres para describir las diferentes partes de la cuenca de drenaje del Río Grande/Río Bravo. La cuenca aguas arriba de la Presa Elephant Butte fue

denominada la Cuenca Alta por Dortignac (1956), pero la Cuenca Alta fue descrita como la zona aguas arriba del Río Chama al norte de Nuevo México por Scurlock (1998). Scurlock (1998) definió el final de la Cuenca Media en la Presa Elephant Butte. Para nuestros propósitos, utilizamos el término tributario norte cuando nos referimos a la totalidad de la cuenca aguas arriba del Río Conchos. Empleamos términos fisiográficos para delinear las diferentes partes del tramo entre Fort Quitman y la Presa Amistad. Estos términos son iguales a los utilizados por la CILA (Fig. 2): aguas arriba de Fort Quitman se encuentra el valle de El Paso/Juárez; la sección alta del Cañón se extiende aguas abajo de Fort Quitman hasta Presidio; la sección de Big Bend se extiende desde Presidio hasta el Valle de Stillwell en el extremo aguas abajo del Parque Nacional Big Bend, y aguas más abajo se encuentran los cañones inferiores.

Las fuentes del tributario norte son las Montañas Rocosas de los estados de Colorado y Nuevo México (Fig. 1). El Río Grande aguas arriba se aleja de las Montañas de San Juan cerca de Del Norte, Colorado, e ingresa al valle de San Luis. Esta gran sección limitada por una falla es la parte norte de la brecha del Río Grande, la cual se extiende desde el sur de Colorado más allá de El Paso e ingresa a Chihuahua. Este valle bifurcado comprende una serie de subcuencas donde el valle aluvial del Río Grande es muy amplio. Las subcuencas presentan cañones con valles estrechos.

La diferencia entre valle aluvial amplio y cañones estrechos es importante en la discusión del ajuste del canal a la regulación del caudal. Los ríos generalmente poseen gradientes más bajas en valles aluviales amplios con terrenos aluviales amplios y plataformas de canales sinuosos. Grams y Schmidt (inédito) han demostrado que la magnitud y el estilo del cambio del canal en el río Green de Utah, en respuesta a la construcción de embalses, es diferente entre los tramos confinados y los tramos no confinados y diferencias similares en la respuesta del canal se describen a continuación para el Río Grande/Río Bravo.

Dos subcuencas en el sur de Nuevo México, los Valles Engle y Las Palomas, son parcialmente inundadas por las Presas Elephant Butte y Caballo, respectivamente. Las descargas de los embalses se derivan para agricultura en los Valles Mesilla y El Paso/Juárez. El Valle de El Paso/Juárez, que se extiende hacia el sudeste lejos de la falla del Río Grande, tiene aproximadamente 136 km de longitud, 16 km de ancho en algunos lugares y se extiende aguas abajo hasta aproximadamente Fort Quitman, Texas (Stotz, 2000). Antes de la construcción de diques y la canalización del río en este largo valle, el canal no tenía limitaciones. Aguas abajo de Fort Quitman, el tramo del Cañón alto incluye 200 km que se dividen en 11 cañones diferenciados y el mismo número de valles anchos intermedios; el tramo del cañón alto también incluye el Valle de Presidio, que tiene aproximadamente 120 km de longitud entre Candelaria y Presidio/Ojinaga. El cañón más extenso tiene 14,7 km y tramos del cañón comprenden aproximadamente 24% de la parte aguas arriba de la sección del cañón alto. El ancho del Valle de Presidio es menor a 5 km. El canal está principalmente canalizado y el valle incluye embalses. Aquí, el Río Conchos se une al Río Grande/Río Bravo. Aguas abajo del Río Conchos, el Río Grande/Río Bravo fluye por tramos aluviales y confinados alternados en la sección de Big Bend, incluidos tres cañones estrechos que son populares para actividades recreativas de canotaje, los cañones Santa Elena, Mariscal y Boquillas. Los cañones bajos se extienden hasta los cursos de cabecera de la Presa Amistad.

Historia del desarrollo de los recursos hídricos

El uso agrícola de la cuenca del Río Grande en Nuevo México comenzó en la prehistoria. Scurlock (1998) afirmó que habitantes de Pueblo utilizaban riego por surcos pendientes de manera limitada al momento de la exploración española en 1591. Estas desviaciones provenían de afluentes pequeños y no del curso principal mismo. Los españoles expandieron en gran medida el riego e incluso derivaron el curso principal en lugares con caudales bajos, y la zona de campos agrícolas con riego aumentó de manera constante en Nuevo México hasta alcanzar un pico de 50.500 ha en 1880 (Sorenson y Linford, 1967, citado por Scurlock, 1998). El riego por surcos pendientes comenzó a mediados del siglo XVII en el Valle de El Paso/Juárez, y ya se derivaba directamente al menos a finales del siglo XVIII (Stotz, 2000). Se desviaba agua desde el Río Conchos para su utilización en el presidio en el Valle de Presidio en 1750, pero probablemente no se realizó desde el curso principal del Río Grande/Río Bravo hasta un siglo después.

De esta manera, las derivaciones para usos agrícolas del flujo de corriente eran extensivas en la cuenca del Río Grande/Río Bravo cuando comenzaron las mediciones alrededor de 1880. Kelley (1986, citado por Stotz, 2000) estimó que más de la mitad del caudal de verano en el centro y norte de Nuevo México entre 1890 y 1893 se dedicaba al riego. Kelley (1986) también estimó que 74% del caudal del Río Grande que llegaba al Valle Mesilla se perdía por infiltración, evapotranspiración y riego antes de llegar al Río Conchos. Sin riego, Kelley (1986) estimó que solo se hubiera perdido 35%. Aproximadamente 40% de las pérdidas por riego ocurrió en el Valle de Mesilla y aproximadamente 60% en el Valle de El Paso/Juárez.

En 1915 se terminó de construir la Presa Elephant Butte, y, en 1938, la Presa Caballo. Al momento de la finalización, la Presa Elephant Butte tenía una capacidad 2,5 veces la descarga anual promedio y el dique retenía completamente la crecida anual por fusión de nieves entre 1915 y 1941. Diques grandes se construyeron también en el Río Conchos, con lo cual se creó la Presa La Boquilla en 1913, Francisco I. Madero en 1947 y Luis L. León en 1967.

Hidrología de la cuenca antes de 1915

Los antecedentes de inundaciones y sequías aguas arriba de Presidio en el Río Grande/Río Bravo se conservan en los diarios y notas de los exploradores y residentes de la cuenca de drenaje (Scurlock, 1998, 1999, Stotz, 2000). Scurlock (1998) determinó que hubo al menos 50 inundaciones importantes que superaron 280 m3/s en Nuevo México entre 1849 y 1942. En el siglo XIX la cantidad de inundaciones duplicó la cantidad en los siglos XVII y XVIII, a pesar de que los registros de inundaciones grandes mejoraron con el tiempo. Scurlock (1998) y Stotz (2000) sugirieron que la degradación del medio ambiente puede haber contribuido al aumento en la frecuencia de inundaciones en el siglo XIX. La crecida de mayor caudal ocurrió en 1828 y tuvo una descarga estimada de aproximadamente 2830 m^3/s. La inundación cubrió todo el Valle del Río Grande desde Alburqueque hasta El Paso/Juárez al menos. En 1872 y 1884 tuvieron lugar otras inundaciones de envergadura. Scurlock (1999, citado por Stotz, 2000) identificó 51 inundaciones en el Valle de El Paso/Juárez desde 1846.

Hay 6 estaciones de medición aguas arriba de la Presa Amistad donde las mediciones del caudal comenzaron antes de 1900 (Cuadro 2). De esta manera, a pesar de que los diques no afectaron significativamente el régimen natural del caudal de las primeras mediciones, las extracciones para riego ya se llevaban a cabo en el momento en que se realizaron por primera vez mediciones hidrológicas en toda la cuenca.

Cuadro 2. Estaciones para la medición del caudal en la cuenca del Río Grande/Río Bravo, en funcionamiento antes de 1901.

Número de estación	Nombre de estación	Fechas de operación
08220000	Río Grande cerca de Del Norte, CO	1 de enero de 1890 – 31 de mayo de 1890 1 de julio de 1890 - 30 de septiembre de 1896 1 de enero de 1904 – 31 de diciembre de 1906 1 de enero de 1908 - presente
08279500	Río Grande en Embudo, NM	1 de enero de 1889 – 28 de febrero de 1894 1 de octubre de 1894 – 31 de marzo de 1904 1 de septiembre de 1912 – presente
08313000	Río Grande en el Puente Otowi, NM	1 de febrero de 1895 – 31 de diciembre de 1905 1 de julio de 1909 – 30 de septiembre de 1914 1 de octubre de 1918 – presente
08364000	Río Grande en El Paso, TX	10 de mayo de 1889 – 30 de junio de 1893 1 de enero de 1897 - presente
08371500	Río Grande aguas arriba del Río Conchos cerca de Presidio, Texas, y Ojinaga, Chih	23 de enero de 1900 – 31 de enero de 1900 23 de febrero de 1900 – 28 de febrero de 1900 23 de marzo de 1900 – 31 de marzo de 1914 1 de septiembre de 1919 – 31 de marzo de 1920 1 de octubre de 1923 - presente
08374200	Río Grande aguas abajo del Río Conchos cerca de Presidio, Texas, y Ojinaga, Chih.	1 de mayo de 1900 – 31 de marzo de 1914 1 de enero de 1931 - presente

Aguas arriba de Presidio, la crecida anual ocurre por el deshielo de las nieves en las Montañas Rocosas. Antes de la construcción de embalses, el pico de inundación ocurría a finales de la primavera a pesar de que Scurlock (1998) indicó que algunas inundaciones ocurrían como resultado de lluvias estivales extensas en partes amplias de la cuenca. En puntos más al sur en la cuenca, las tempestades de lluvias locales podían producir inundaciones más breves y menor magnitud.

La magnitud y la duración promedio de la inundación por deshielo de las nieves aumentó en la dirección aguas abajo entre las Montañas San Juan y centro de Nuevo México, según lo demuestra la diferencia entre las mediciones cerca de Del Norte, en Embudo, y en el Puente Otowi (Fig. 3). Sin embargo, entre Nuevo México central y el Río Conchos, la magnitud de las inundaciones no aumentó porque no hay otros afluentes grandes que drenen cadenas montañosas altas con aporte nival anual significativo. De esta manera, la magnitud de la crecida por fusión de las nieves en el Puente Otowi tuvo aproximadamente la misma en magnitud que El Paso (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resumen de las características hidrológicas en estaciones de medición a largo plazo antes de 1915

Ubicación	Magnitud promedio de la descarga diaria promedio máxima anual, en metros cúbicos por segundo	Fecha promedio de la descarga diaria promedio máxima anual	Magnitud de la descarga anual promedio, en metros cúbicos por segundo	Cantidad de días cuya descarga promedio excedió dos veces la descarga anual promedio
cerca Del Norte	107.3	13 de junio	24.2	60
en Embudo	121.7	5 de junio	26.7	62
en el Puente Otowi	146.9	4 de junio	37.3	61
en El Paso	147.0	18 de junio	24.5	66
aguas arriba del Río Conchos	77.0	26 de mayo	10.77	63
aguas abajo del Río Conchos	219.0	6 de septiembre	45.7	50

No obstante, las características hidrológicas del Río Grande/Río Bravo antes de 1915 reflejaron los impactos de las extracciones para riego en el Valle de San Luis en Colorado y en toda la parte central de Nuevo México. Esta repercusión se refleja primariamente en la duración más breve de la crecida por fusión de las nieves media en El Paso que en el Puente Otowi (fig. 3). Entre 1936 y 1953, el agotamiento anual promedio en el Valle de San Luis fue $9{,}9 \times 10^8$ m^3 y los agotamientos anuales oscilaron entre aproximadamente $6{,}2 \times 10^8$ m^3 en años de sequía y más de $12{,}3 \times 10^8$ m^3 en años de lluvias. Las reducciones en Nuevo México central son de magnitud similar (Thomas et al, 1963). Los efectos de estas reducciones se ilustran en los cambios aguas abajo en los hidrogramas anuales de 1913, que es el único año en el cual se operaron las 6 mediciones a largo plazo (Fig. 4).

Las extracciones para riego en el Valle de El Paso/Juárez fueron lo suficientemente intensas antes de 1915 para que la magnitud y la duración de la crecida por fusión de las nieves disminuyera más de la mitad entre El Paso y el Río Conchos (Fig. 5). La magnitud de la inundación de recurrencia de dos años, antes de 1915, disminuyó de 209 a 122 m^3/s entre El Paso/Juárez y el Río Conchos (Cuadro 4). En esos años cuando el flujo pico anual en El Paso/Juárez fue inferior a 100 m^3/s, ninguno de los picos de crecida por fusión de las nieves llegó el Río Conchos. Durante años de escorrentería mayor por fusión de nieves, la magnitud del caudal pico en el Río Conchos nunca superó el 90% del caudal medido en El Paso/Juárez, y típicamente sucedió de 7 a 10 días después de que el pico llegará a El Paso/Juárez. Por ejemplo, la inundación más importante para la que se realizaron mediciones en El Paso/Juárez y cerca de Presidio, solo aguas arriba del Río Conchos, fue en 1905 (Fig. 6). La descarga diaria media máxima en El Paso/Juárez ocurrió el 12 de junio de 1905, cuando la descarga diaria promedio fue 671 m^3/s. Este caudal pico llegó a Presidio el 13 de junio de 1905, pero la descarga diaria media fue solo 388 m^3/s. Las únicas ocasiones en que los caudales de agua en Presidio fueron significativamente más abundantes que en El Paso/Juárez fue a finales del verano y comienzos del otoño cuando caudales de inundaciones fueron ocasionados por precipitaciones aguas abajo de la cuenca.

Cuadro 4. – Magnitud de inundaciones con patrones diferentes, aguas arriba y aguas abajo del Río Conchos.

	Descarga, en metros cúbicos por segundo, diaria promedio máxima anual, para el periodo indicado en el lugar especificado			
	1.25-año	2 años	5 años	10 años
Antes de 1915				
en El Paso	98	209	378	484
aguas arriba del Río Conchos, cerca de Presidio	52	122	244	330
aguas abajo del Río Conchos, cerca de Presidio	217	567	1160	1545
1915 - presente				
en El Paso	32	51	100	124
aguas arriba del Río Conchos, cerca de Presidio	15	34	70	99
aguas abajo del Río Conchos, cerca de Presidio	126	288	661	1023

La hidrología natural del Río Grande/Río Bravo se modificó pronunciadamente aguas abajo del Río Conchos (Fig. 7). La hidrología del Río Conchos es determinada

completamente por las precipitaciones, que son más altas a finales del verano y a comienzos del otoño en la Sierra Madre Occidental. Esta cuenca de drenaje produce la mayor cantidad de su caudal natural aguas abajo de Presidio en todos los meses, menos abril, mayo y junio (Cuadro 5). En septiembre, cuando el Río Conchos alcanzó su descarga máxima anual, aproximadamente 93% del caudal mensual total del Río Grande/Río Bravo provino del Río Conchos.

Cuadro 5. – Descarga mensual promedio del Río Grande/Río Bravo aguas arriba y aguas abajo del Río Conchos, cerca de Presidio, 1901-1913

Mes	Descarga mensual promedio aguas arriba del Río Conchos, en metros cúbicos por segundo	Descarga mensual promedio aguas abajo del Río Conchos, en metros cúbicos por segundo	Porcentaje de descarga mensual promedio del Río Grande/Río Bravo bajo que se origina en la cuenca alta y media
octubre	218	1002	22
noviembre	125	592	21
diciembre	117	537	22
enero	101	298	34
febrero	95	362	26
marzo	139	297	47
abril	233	291	80
mayo	723	795	91
junio	1013	1273	80
julio	543	1478	37
agosto	205	1828	11
septiembre	207	2797	7

Otra indicación del cambio marcado en la hidrología del Río Grande/Río Bravo aguas arriba y aguas abajo del Río Conchos es la magnitud de los caudales picos anuales. Con anterioridad a 1915, la magnitud de los caudales picos aguas abajo del Río Conchos era aproximadamente el doble del caudal aguas arriba (Cuadro 4).

Características del canal en el siglo XIX y comienzos del siglo XX

La cargas altas de sedimentos y los caudales fluctuantes en gran medida aumentaron el ancho del canal del Río Grande/Río Bravo y disminuyeron relativamente su profundidad, con un curso sinuoso en la etapa de la inundación, un canal sinuoso con caudales bajos y cursos modificados frecuentemente. La prueba de estas características se describen en los registros de la CILA, cuya misión ha sido documentar la ubicación del límite internacional. De esta manera, el registro de la condición del canal del Río Grande/Río Bravo es uno de los más extensos que existe en América del Norte.

En 1852, el Río Grande bajo fue el primero que se relevó, pero la población de toda la región aguas abajo del El Paso/Juárez era tan escasa que la ubicación precisa del

límite internacional no constituía una preocupación (Mueller, 1975). No obstante, ya en 1856, un ciudadano de Texas escribió al Comisionado de los Estados Unidos ante la CILA y solicitó aclaración legal sobre el efecto de una amenaza de avulsión del canal, lo cual era un proceso natural en el curso del río. Mueller (1975) describió el hecho que inundaciones grandes entre 1856 y 1866 ocasionaron el abandono de la curva de meandros, la erosión de los bancos del curso de agua, y una formación nueva de barras del canal. Se destruyeron comunidades durante algunas de estas inundaciones y ocurrieron cambios en el canal de hasta 1,6 km (Mueller, 1975).

Las avulsiones del canal fueron más comunes en los valles aluviales amplios. La avulsión de un canal en el cuello angosto de una curva de un meandro sinuoso dejaría una isla de terreno aluvial anterior en el banco opuesto del río (Fig. 8). Estos bancos fueron considerados específicamente por el Tratado de 1905, y cada uno de ellos fue ubicado específicamente e identificado con un nombre. Entre 1905 y 1970, se reconocieron 20 de estos bancos en el Valle de El Paso, 13 en el Cañón de Quitman y 49 en el Valle de Presidio (Mueller, 1975). Everitt (1993) estimó que hubo 4,4 recortes de meandros por década en el valle de Presidio entre 1852 y 1915.

En otras partes, el canal erosionó rápidamente los bancos, como ocurrió en la zona de Chamizal entre El Paso y Juárez. El testimonio durante procesos legales internacionales en relación con este caso incluyó testimonios de testigos presenciales de la erosión del banco del canal durante las inundaciones de mediados de la década de 1860:

> En 1864 la corriente era tan fuerte que destruía los malecones construidos en las márgenes mexicanas del río, pasando detrás de ellos y esto evitó que el río retornara a su canal anterior. La magnitud de los cambios fue tal que por momentos durante la noche el río erosionaba de 50 a 100 yardas. Hubo caso en los cuales las personas que residen en casas a 50 yardas de los bancos hasta la noche tuvieron que volar por la mañana del lugar dadas las intrusiones del río, y en muchas ocasiones no tenían tiempo de cortar el trigo u otros cultivos. Arrasaba bosques sin dar tiempo a la gente a cortar los árboles. Nunca hubo cambios durante el invierno. [Doctor Mariano Samaniego en una cita en Chamizal, Estados Unidos, *Apéndice*, 1911:190, citado por Mueller, 1975]

No obstante, algunos científicos han sostenido que no todo el valle aluvial estaba sujeto a avulsiones frecuentes del canal. Hall (1994, citado por Stotz, 2000) utilizó pruebas estratigráficas y de los suelos para explicar que la mayoría de los cambios en el canal que ocurrieron en tiempos históricos probablemente ocurrieron donde el río cambió su curso entre canales existentes y abandonados. La base para esta aserción es que la formación de suelos bien desarrollados en partes del terreno aluvial requiere miles de años.

Cambios hidrológicos en la cuenca

A partir de 1915, los cambios a la hidrología del Río Grande/Río Bravo han sido profundos. Los mencionados cambios han disminuido en gran medida la magnitud y la duración de la crecida pico anual y han cambiado la estación en la que ocurren estas

crecidas. Everitt (1993) dividió la historia de los cambios hidrológicos del Río Grande/Río Bravo, aguas arriba de Presidio, en 5 períodos:

flujo descendente controlado, 1916-1940
vertimiento del embalse, 1941-1942
retorno al flujo descendente controlado, 1943-1950
flujo cero en invierno y separación hidrográfica, 1951-1969
flujo directo renovado, 1970-1975.

Estos períodos reflejan regímenes de descarga diferentes de la Presa Elephant Butte, la construcción y las descargas de la Presa Caballo y la magnitud de extracciones para riego entre la Presa Caballo y Fort Quitman. Estas modificaciones están ilustradas por la hidrografía media para el período 1924 a 1940, para el tramo entre El Paso y el Río Conchos (Fig. 9). El pico de fusión de nieves de primavera claramente delineado fue eliminado y los caudales fueron moderados entre abril y septiembre. Estos caudales estables facilitaron extracciones eficientes de aguas agrícolas en el Valle de El Paso/Juárez, como se pone de manifiesto en la diferencia entre el flujo del caudal medido en El Paso y en Fort Quitman. Estos cambios redujeron la magnitud de las crecidas anuales aproximadamente 65 a 75% en los caudales del valle de El Paso/Juárez (Cuadro 4). En cambio, la magnitud de los picos de las crecidas aguas abajo provenientes del Río Conchos solo disminuyeron entre 33 y 49%, porque la magnitud del control de crecida provisto por los embalses en la cuenca del Conchos no es tan importante como en el tributario norte.

Cambios resultantes de los canales

La finalización de la Presa Elephant Butte ocasionó la degradación del canal del Río Grande en el tramo inmediatamente aguas abajo del embalse dado que la mayor parte de la carga de sedimentos del río estaba atrapada en el embalse. Aguas más abajo el canal comenzó a disminuir su tamaño en la cabecera del Valle de El Paso/Juárez porque el canal de gradiente baja no podía transportar esta carga depositada ni la carga transportada al canal proveniente de los canales de riego o transportada naturalmente de afluentes efímeros.

Al estudiar el tramo natural restante entre Fort Quitman y Presidio, Everitt (1993) concluyó que los cambios físicos en el canal representaron una cadena compleja de respuestas determinadas por la deposición de sedimentos en exceso que el río agotado no podía transportar en adelante. Propuso un modelo en tres etapas para la evolución del canal. Este modelo ofrece una base conceptual para evaluar la relación entre las variables interdependientes del flujo del caudal en disminución, la magnitud de la crecida reducida y la duración, la agradación de los terrenos aluviales y la capacidad del canal.

Everitt (1993) denominó los cambios en el ancho del canal, la profundidad del canal y la zona transversal del canal como "respuestas de primer orden" que comienzan inmediatamente después de cambios en los regímenes de flujo, con el depósito del excedente de sedimentos en el canal anterior sobredimensionado. Una vez que la capacidad del canal se ha reducido y se reanuda el flujo de rebosamiento, se habla de "respuestas de segundo orden", y estas respuestas incluyen el corte de meandros, los cambios en la relación entre el canal principal y sus afluentes y la readaptación de la gradiente del canal.

La deposición de sedimentos en el canal antes de la construcción de embalses del Río Grande/Río Bravo ocurrió entre 1915 y 1925, en el extremo aguas arriba del Valle de El Paso/Juárez (Ainsworth y Brown, 1933); Everitt (1993) se refirió a este estilo de cambio geomórfico como Etapa 1. El canal disminuyó su tamaño en la zona transversal y no hubo rebosamiento durante este tiempo. Aguas abajo de Fort Quitman, un patrón similar de terraplanamiento sin rebosamiento ocurrió entre 1915 y 1932. Las fotografías del río tomadas durante el relevamiento hidrográfico realizado por U.S. Geological Survey de 1901 describen un canal amplio, de poca profundidad, con lecho de arena aguas abajo de Fort Quitman; algunos de estos recodos antiguos están actualmente recubiertos con álamos de larga data. Mapas del río previos a la construcción de embalses revelan un canal de aproximadamente 100 m de ancho. Las fotografías aéreas tomadas en 1928 muestran que el canal se estrechó hasta alcanzar aproximadamente 30 m.

A partir de 1925 cerca de El Paso/Juárez, y comenzando en 1932 aguas abajo de Fort Quitman, la capacidad de inundación del canal había disminuido lo suficiente y las crecidas de menor magnitud de este período una vez más comenzaron a superar los bancos, con el depósito de sedimentos finos en la base del valle (Fig. 10). Everitt (1993) se refirió a este estilo de cambio como Etapa II. La inundación de terrenos aluviales es un proceso necesario para producir el recorte de meandros y los recortes se convirtieron en un proceso geomórfico renovado que no había ocurrido desde 1915. Los recortes ocurrían cada año en el cual las descargas de crecidas eran importantes en relación con el canal reducido.

El proceso de contracción del canal se revirtió en 1941 y 1942 cuando hubo descargas inusualmente grandes de la Presa Elephant Butte (Fig. 11). Las pérdidas no fueron importantes durante estas crecidas y la descarga pico en Presidio, aguas arriba del Río Conchos, fue 145 m^3/s, lo cual hubiera sido aproximadamente una crecida recurrente de tres años antes de 1915. Los caudales altos restablecieron una sección transversal más amplia del canal que fue más estrecha y más profunda que antes de la construcción de embalses. Estos cambios ocurrieron por la erosión del lecho del canal y el depósito de sedimentos nuevos de terrenos aluviales.

Los procesos de la Etapa I se reanudaron después de 1943 y continuaron aguas abajo de Fort Quitman hasta 1963 (Fig. 12). Después de 1963, la agradación ocurrida era suficiente para el reinicio de la inundaciones de terrenos aluviales en la Etapa II y el recorte de los meandros. En 1970, el canal del Río Grande/Río tenía entre 10 y 15 m de ancho (Everitt, 1993). Por lo tanto, el canal del Río Grande/Río Bravo entre Fort Quitman y Presidio es ahora aproximadamente 90% más pequeño que en 1900 (Fig. 13).

De esta manera, el canal del Río Grande/Río Bravo disminuyó en tamaño por agradación del lecho del río y depósito de barras intercaladas en el canal activo anterior (Etapa I) y la sedimentación de terrenos aluviales (Etapa II). Everitt (1993) concluyó que el canal del Río Grande/Río Bravo posterior a 1970 estaba alcanzando un equilibrio entre la descarga y la capacidad del canal y, con la reanudación del rebosamiento, el piso del valle había recobrado su función de almacenamiento de aguas de crecida y sedimentos. De esta manera, la sedimentación en el valle del Río Grande/Río Bravo desde aproximadamente 1970 ha ocurrido mediante el depósito concurrente en el canal y en el terreno aluvial de manera que la relación entre las dos características geomórficas permanece inalterable. No obstante, Everitt (1993) observó que unos cuantos tramos del Río Grande/Río Bravo se habían transformado en canales anastomizantes y que no existe

ningún canal bien definido en estas zonas. Everitt (1993) expresó que, en su opinión, se trataba de una condición temporaria.

Análisis: implicaciones de la historia hidrológica y geomórfica para la restauración del río

La pregunta esencial para el ordenamiento futuro del Río Grande/Río Bravo se relaciona con el inicio o no de dicho esfuerzo. No se han realizado investigaciones geomórficas detalladas del Río Grande/Río Bravo aguas abajo del Río Conchos y el siguiente análisis tiene que ver con el tramo aguas arriba del Río Conchos. A pesar de que las dimensiones físicas del canal se han modificado y la composición de especies de vegetación de terrenos aluviales se ha alterado profundamente, muchos atributos ambientales de la sección del cañón alto permanecen inalterables. Los historiadores españoles de los siglos XVI, XVII y XVIII podrían reconocer las tierras de rebosamiento pantanosas en la parte alta del Valle de Presidio, las bandadas de patos y gansos ese invierno en las lagunas detrás de los diques naturales, el sonido del flujo del río sobre el ripio en Ruidosa, y los bosques impenetrables de matorrales que en lugares los obligaron a huir de terrenos aluviales hacia laderas rocosas.

La vegetación en el terreno aluvial es ahora muy diferente a la vegetación de 1900. Existe un argumento científico enérgico sobre la función del tamarisco en la agradación del terreno aluvial y el estrechamiento del canal. Los datos de Everitt (1998) revelan que el tamarisco no era común en el terreno aluvial del río hasta 1930, lo cual es al menos 15 años después del comienzo del estrechamiento del canal en el valle de El Paso/Juárez. En el Valle de Presidio, el tamarisco solo ocupaba una franja estrecha a lo largo de los bancos del canal entre 1935 y 1942, y Everitt (1998) sostuvo que los rebosamientos de 1942 esparcieron semillas de tamarisco en todo el valle aluvial. De esta manera, el estrechamiento del canal en el Valle de El Paso/Juárez y el Valle de Presidio comenzó ante la falta de tamarisco, por lo que esta especie no puede considerarse la causa de la disminución del canal. La dispersión del tamarisco en todo el valle aluvial del Río Grande/Río Bravo aprovechó caudales reducidos y estrechamiento del canal para ocupar substratos desnudos disponibles recientemente. Allred y Schmidt (1999) describieron una relación similar entre el flujo, el estrechamiento del canal y la colonización de tamariscos en el Río Green en Utah. No obstante, el tamarisco puede desempeñar una función en la limitación de la capacidad para revertir el proceso de estrechamiento con la estabilización de los bancos, pero es necesaria más investigación sobre este tema.

Análisis: otras metas del ordenamiento ambiental

La restauración se define como "la recuperación de un ecosistema a una condición aproximada a la prevaleciente antes de la perturbación" (Consejo Nacional de Investigaciones, 1992). Según se describe en esta monografía, las perturbaciones al régimen hidrológico del Río Grande/Río Bravo comenzaron hace cientos de años y son importantes. Para restaurar el tributario norte del Río Grande/Río Bravo a su condición prevaleciente en 1900 es necesario sacar de funcionamiento el dique e interrumpir la mayoría de la agricultura de riego en el sur de Colorado, Nuevo México, el valle de El Paso/Juárez y el valle de Presidio. La restitución también incluiría la eliminación de diques, la rehabilitación de secciones canalizadas y la reubicación de grandes cantidades de personas del terreno aluvial anterior de los ríos, especialmente en El Paso y Ciudad

Juárez. Tal vez no exista el consenso político para realizar un programa tan integral de restauración del río en Estados Unidos o México. Por lo tanto, es básicamente imposible recuperar el río entre Fort Quitman y Presidio. Aguas abajo de Presidio, tal vez sea posible llevar a cabo la restauración, pero no han comenzado los estudios cuantitativos de los cambios geomórficos históricos en los cuales deben fundamentarse las metas de restauración. Aguas arriba de Presidio, deben establecerse otras metas para el ordenamiento del río.

El Consejo Nacional de Investigaciones (1992) definió otras metas posibles para ecosistemas acuáticos. Estas metas incluyen recuperación, rehabilitación, mitigación y creación. La *recuperación* es el proceso de adaptar un recurso silvestre o natural para que cumpla un propósito utilitario para las personas. Así, la recuperación es un término reservado para actividades como conversión de ecosistemas de terrenos aluviales nativos a usos agrícolas. La *rehabilitación* es un término utilizado principalmente para indicar el retorno de un recurso natural a su condición satisfactoria o condición de operación. La *mitigación* se define típicamente como el alivio de algunos de los efectos dañinos o todos los efectos que surgen de una actividad humana específica. La *creación* es la formación de un ecosistema nuevo que no existía anteriormente en ese sitio.

Las actividades adecuadas para el ordenamiento del río y la tierra para el Río Grande/Río Bravo dependen de la meta establecida y la determinación de estas metas es un proceso político público (Schmidt et al., 1998). A diferencia del sistema del Río Colorado, donde las extracciones de agua más extensas ocurren en los tramos aguas más abajo de la cuenca, extracciones extensivas en el Río Grande/Río Bravo ocurren en zonas aguas arriba. De esta manera, la restauración a condiciones previas a los disturbios es una tarea prácticamente imposible aguas arriba de Presidio, y es tan intimidante como la restauración del Delta del Río Colorado en el Mar de Cortez.

No obstante, son posibles otras metas descritas anteriormente. Estas metas incluyen 1) restauración a una condición con características similares a la condición posterior a 1915, a pesar de que el canal no estuvo en equilibrio con su terreno aluvial durante la mayor parte del tiempo; 2) creación de un ecosistema nuevo, con o sin tamariscos, que se adapta a una gama específica de caudales de crecida y caudales anuales, o 3) rehabilitación del valle aluvial de manera de obtener un conjunto más amplio de procesos ecológicos y atributos similares al río antes de las perturbaciones. La identificación de la meta adecuada depende de una identificación precisa de los valores naturales y humanos que se mejorarían y degradarían si se modificara el ecosistema actual.

Conclusiones científicas

1. El tramo de Fort Quitman a la Presa Amistad incluye dos regímenes hidrológicos fundamentalmente diferentes. Aguas arriba de Presidio, el afluente norte del río es un sistema determinado por la fusión de nieves cuyos picos de crecida naturales ocurrían en primavera. Aguas abajo de Presidio, la hidrología del río está determinada fuertemente por la escorrentería en la cuenca del Río Conchos y los picos naturales de crecidas son aproximadamente cuatro veces más altos que en el afluente norte. Los caudales picos naturales generalmente ocurrían al final del verano.

2. La hidrología natural del afluente norte ha sido afectada por las derivaciones para riego a partir al menos del siglo XVIII; la zona de riego en Nuevo México alcanzó su pico aproximadamente en 1880, y el caudal natural del río fue modificado fundamentalmente con la construcción de la Presa Elephant Butte en 1915.
3. El caudal del Río Conchos se ha modificado progresivamente con la construcción de grandes presas desde 1913.
4. Entre 1901 y 1915, los caudales de inundación por fusión de nieves del afluente norte disminuyeron en magnitud y duración en la dirección aguas abajo entre El Paso y Presidio.
5. El estrechamiento del canal comenzó en el Valle de El Paso inmediatamente después de la conclusión de la Presa Elephant Butte, cuando la magnitud de los caudales anuales y los caudales de crecida disminuyeron en gran medida y antes de la colonización de los terrenos aluviales por los tamariscos. El estrechamiento del canal en los cañones altos y el valle de Presidio también comenzó antes de la colonización de los tamariscos.
6. El estrechamiento del canal fue revertido por caudales inusualmente altos en 1941 y 1942, y se reanudó el estrechamiento inmediatamente después de la continuación del régimen de caudal bajo.

Implicaciones para el ordenamiento

1. La restauración del tramo entre Fort Quitman y Presidio a las condiciones previas a las perturbaciones es esencialmente imposible dadas las extracciones extensivas de aguas curso arriba. El impacto más dañino a este tramo es la canalización y la construcción de diques en el Valle de Presidio. En los cañones altos, el canal es 90% más pequeño que hace 100 años, pero el canal disminuido aun rebosa sus bancos y afecta nuevamente los terrenos aluviales. De esta manera, los administradores necesitan especificar las maneras para "dividir" este tramo del río antes de poner en marcha un nuevo plan de ordenamiento del río cuya meta es "arreglar" el tramo.
2. La restauración de este tramo entre Presidio y la Presa Amistad a las condiciones previas a los disturbios es más probable porque este tramo quizá no haya cambiado tan extensivamente como el tramo aguas más arriba. No obstante, no se ha realizado aun un análisis geomórfico detallado de estos cambios en el canal. El logro de la restauración solo puede determinarse después de que se haya concluido la recopilación de la historia geomorfológica. La restauración de la hidrología de este tramo debería estar determinada por la operación nuevamente de diques mexicanos en la cuenca del Río Conchos.
3. Las metas apropiadas para la gestión ambiental del tramo de Fort Quitman a la Presa Amistad deben escogerse cuidadosamente y basarse en criterios ecológicos definidos explícitamente. Pautas nuevas para la ordenación, como el restablecimiento de crecidas o la remoción de vegetación, deben estar determinadas por criterios explícitos que definan cómo medir el éxito.
4. Un conjunto de mediciones ambientales, incluida la formulación de un presupuesto para el agua y un presupuesto dedicado a los sedimentos para los

tramos aguas arriba y aguas abajo de Presidio, debe ser la base para la formulación de planes nuevos para el ordenamiento del río. Debe establecerse un debate público sobre la meta apropiada para el ordenamiento del río. Existe un vínculo directo entre el caudal en el canal y la magnitud del canal; el revertimiento del estrechamiento del canal solo puede lograrse con el compromiso de retornar el caudal del río a condiciones que se asemejen más fielmente a las condiciones del pasado distante.

Referencias

Ainsworth, C.M., y F.P. Brown, 1933, Report on the changes in regimen of the Rio Grande in the valleys below since the construction of Elephant Butte Dam, 1917-1932. Informe inédito de la Sección Estadounidense de la Comisión Internacional de Límites y Aguas, El Paso.

Allred, T. M. y Schmidt, J. C., 1999, Channel narrowing by vertical accretion along the Green River near Green River, Utah: Geological Society of America Bulletin 111(12):1757-1772.

Dortignac, E.J., 1956, Watershed resources and problems of the upper Rio Grande basin. Fort Collins, Colorado, Informe de la Estación Experimental de Bosques y Cadenas Montañosas de las Montañas Rocosas del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos 107 p.

Everitt, B., 1993, Channel response to declining flow on the Rio Grande between Ft. Quitman and Presidio, Texas: Geomorphology 6:225-242.

Everitt, B.L., 1998, Chronology of the spread of tamarisk in the central Rio Grande: Wetlands 18(4):658-668.

Grams, P.E., and J.C. Schmidt, ----, Streamflow regulation, multi-level flood plain formation, and riparian vegetation: channel narrowing on the aggrading Green River in the eastern Uinta Mountains, Colorado and Utah, Geomorphology, inédito.

Hall, S.A., 1994, Surficial geology of the Lower Valley, in El Valle Bajo: the culture history of the Lower Rio Grande Valley of El Paso, Volumen 1: Culture and Environment in the Lower Valley, ed. J.A. Peterson y D.O. Brown, pp. 10-27. Preparado para la Autoridad de Distrito sobre Aguas en el Valle bajo del Condado de El Paso. El Paso: Archaeological Research, Inc.

Kelley, P., 1986, River of lost dreams: navigation on the Rio Grande. Lincoln, Univesity of Nebraska Press.

Mueller, J.E., 1975, Restless River: El Paso, Texas Western Press, 155 p.

National Research Council, 1992, Restoration of aquatic ecosystems, Washington, D.C., National Academy Press, 552 p.

Schmidt, J. C., Webb, R. H., Valdez, R. A., Marzolf, G. R., and Stevens, L. E., 1998, Science and values in river restoration in the Grand Canyon: Bioscience 48:735-747

Scurlock, D., 1998, From the Rio to the Sierra: an environmental history of the middle Rio Grande basin: Informe Técnico General del Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos RMRS-GTR-5, 440 p.

Sorenson, E.F., y D. Linford, 1967, Rio Grande basin – settlement, development, and water use, *en* Water Resources of New Mexico: Occurrence, Development, and Use, pp. 143-168. Ingeniero del Estado de Nuevo México, Oficina de Planificación Estatal, Santa Fe.

Stotz, N.G., 2000, Historic reconstruction of the ecology of the Rio Grande/Rio Bravo channel and floodplain in the Chihuahuan Desert: Las Cruces, New Mexico, Desert Scribes, informe preparado para el Programa del Desierto de Chihuahua, Fondo Mundial para la Naturaleza, 158 p.

Thomas, H.E. y otros, 1963, Effects of drought in the Rio Grande basin: Estudio Profesional de U.S. Geological Survey 372-D, 59 p.

Figurcs

Figure 1. Map showing entire drainage basin of the Rio Grande/Rio Bravo

Figure 2. Map showing the reach between Fort Quitman and Amistad Reservoir

Figure 3. Graph showing median annual hydrographs of 5 gaging stations in the northern branch of the Rio Grande/Rio Bravo for the period prior to 1915

Figure 4. Graph showing annual hydrographs of 5 gaging stations in the northern branch of the Rio Grande/Rio Bravo for 1913

Figure 5. Graph showing median annual hydrographs for the Rio Grande/Rio Bravo at El Paso and above Rio Conchos, near Presidio, for the period between 1901 and 1913.

Figure 6. Graph showing annual hydrograph of the Rio Grande/Rio Bravo for 1905 at El Paso and above Rio Conchos, near Presidio.

Figure 7. Graph showing median annual hydrographs for the Rio Grande/Rio Bravo aboveand below Rio Conchos, near Presidio, for the period between 1901 and 1913.

Figure 8. Map showing an early banco case where a portion of the banco was obliterated by subsequent river erosion and replaced by accretion deposits (from Mueller, 1975, fig. VI-1)

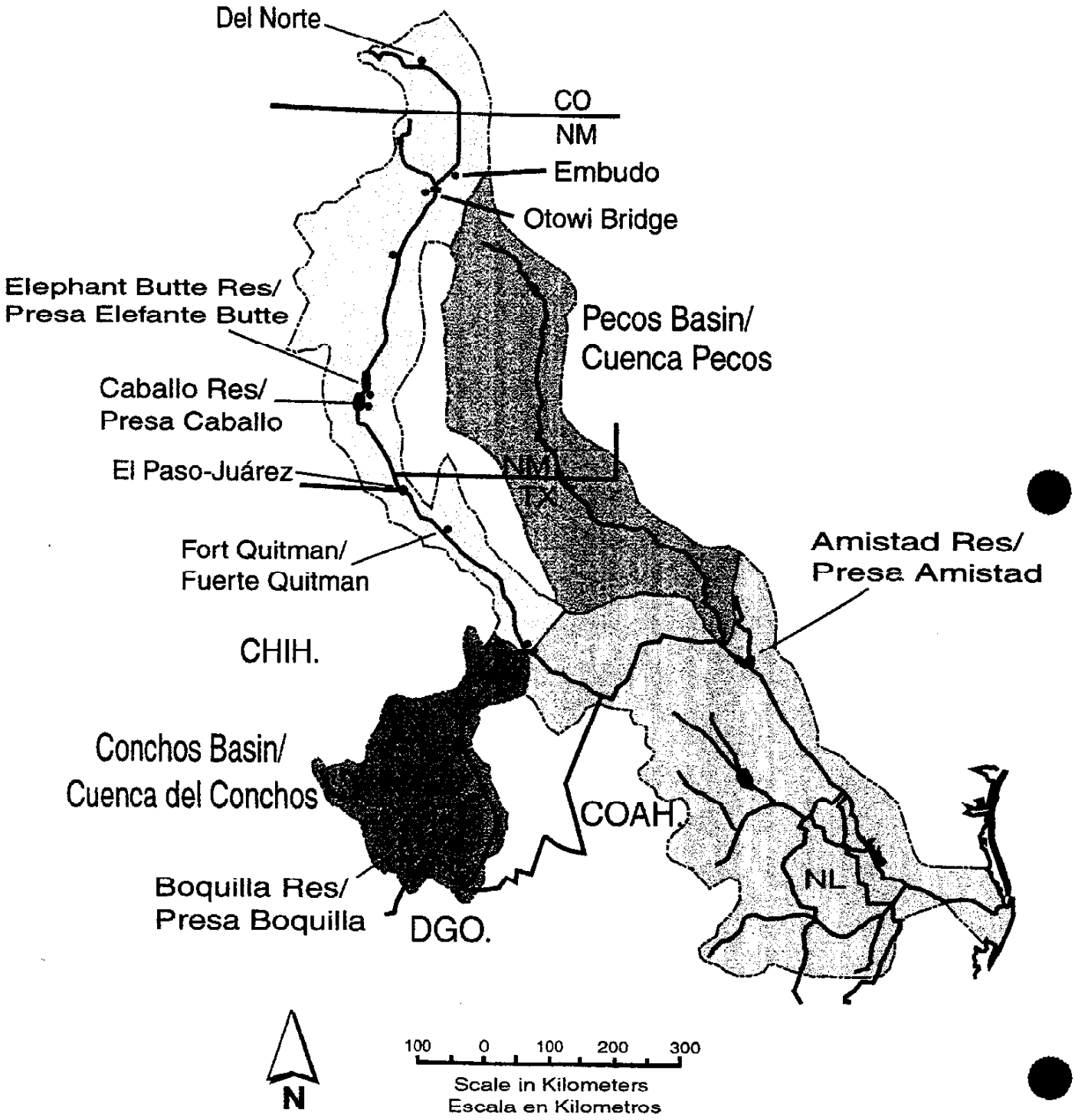
Figure 9. Graph showing median hydrographs of the Rio Grande/Rio Bravo for the period 1924-1940 at El Paso, at Fort Quitman, and above Rio Conchos, near Presidio.

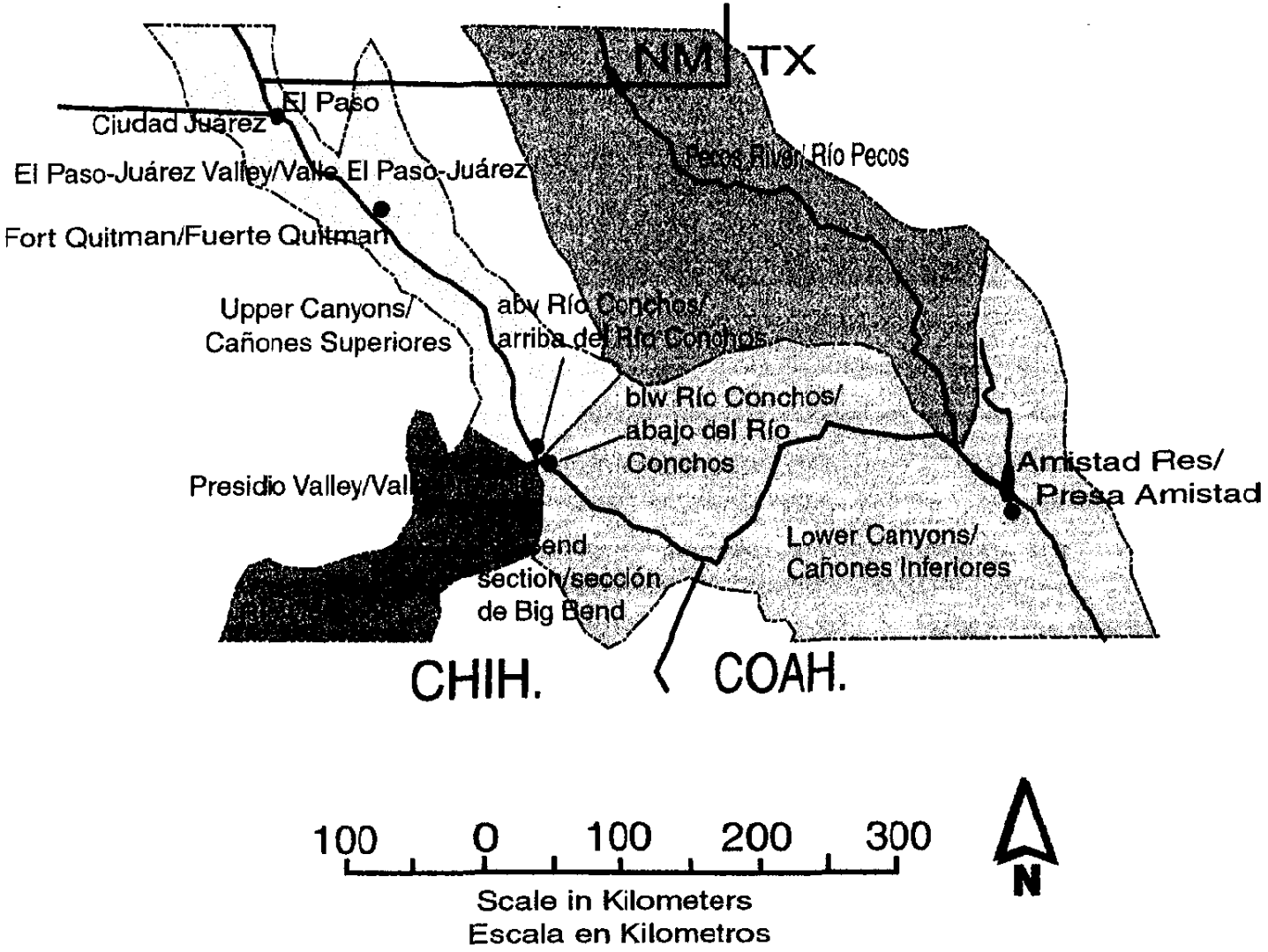
Figure 19. Graph showing composite cross sections of the Rio Grande/Rio Bravo channel at the gaging station above Rio Conchos, near Presidio, 1933-1974 (from Everitt, 1993, fig. 3)

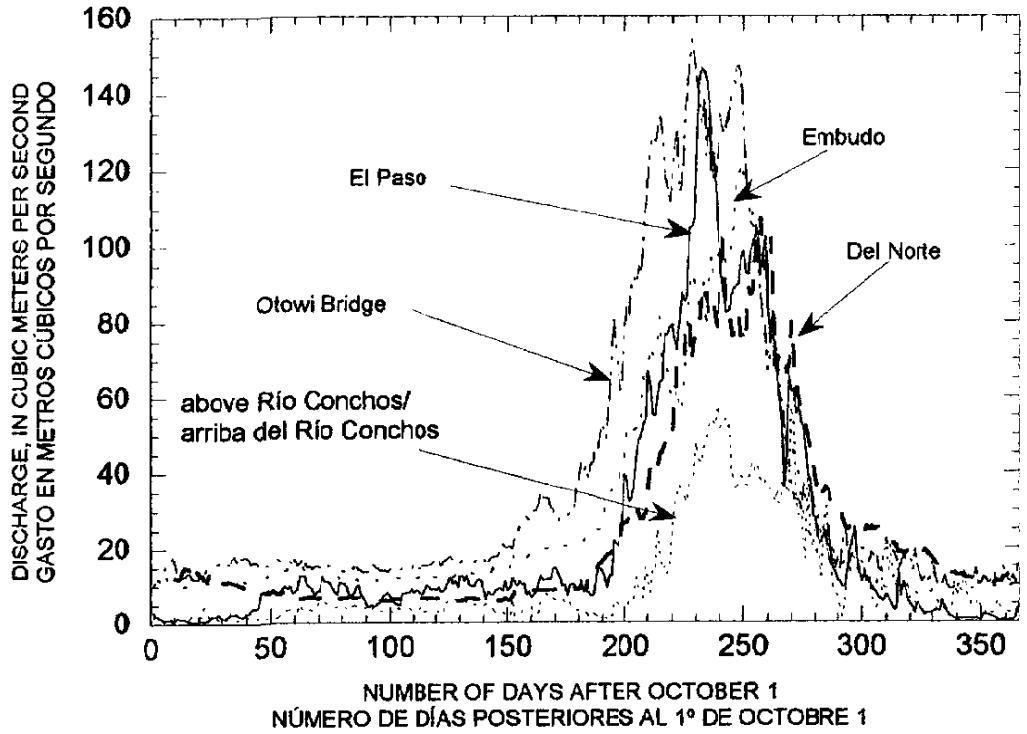
Figure 11. Graph showing hydrographs of the Rio Grande/Rio Bravo for water years 1941-1942 at El Paso, at Fort Quitman, and above Rio Conchos.

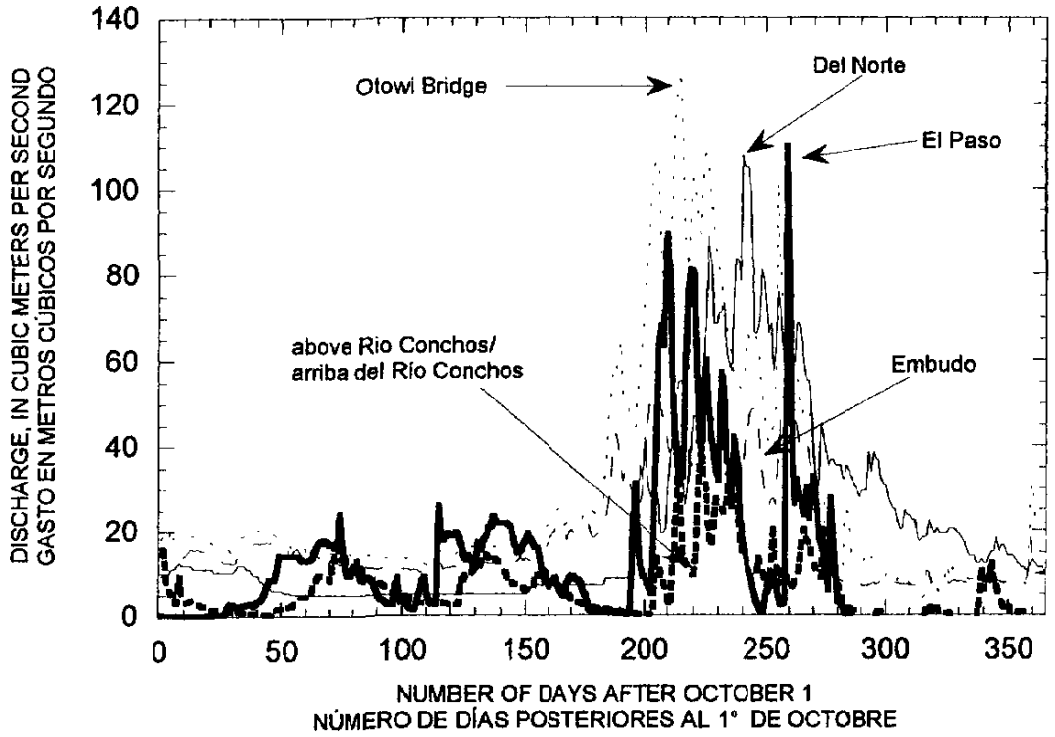
Figure 12. Graph showing change in annual discharge and cross section at the gaging station above Rio Conchos, near Presidio, 1933-1974 (from Everitt, 1993, fig. 2).

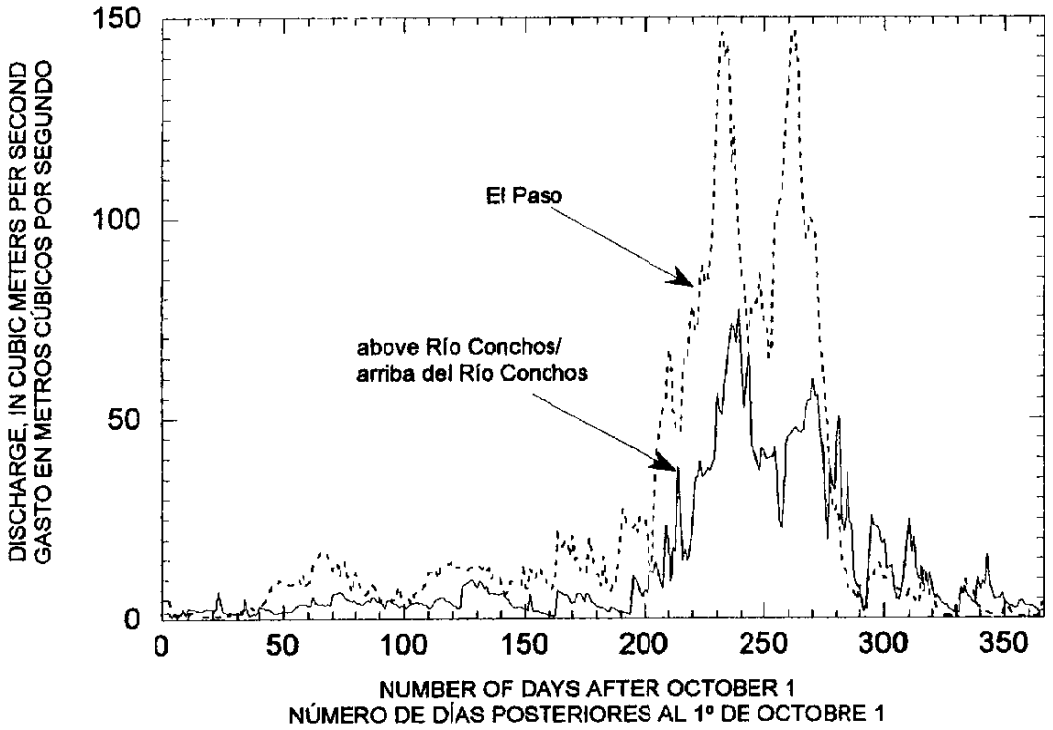
Rio Grande-Río Bravo Drainage Basin/
Cuenca del Rio Grande-Río Bravo

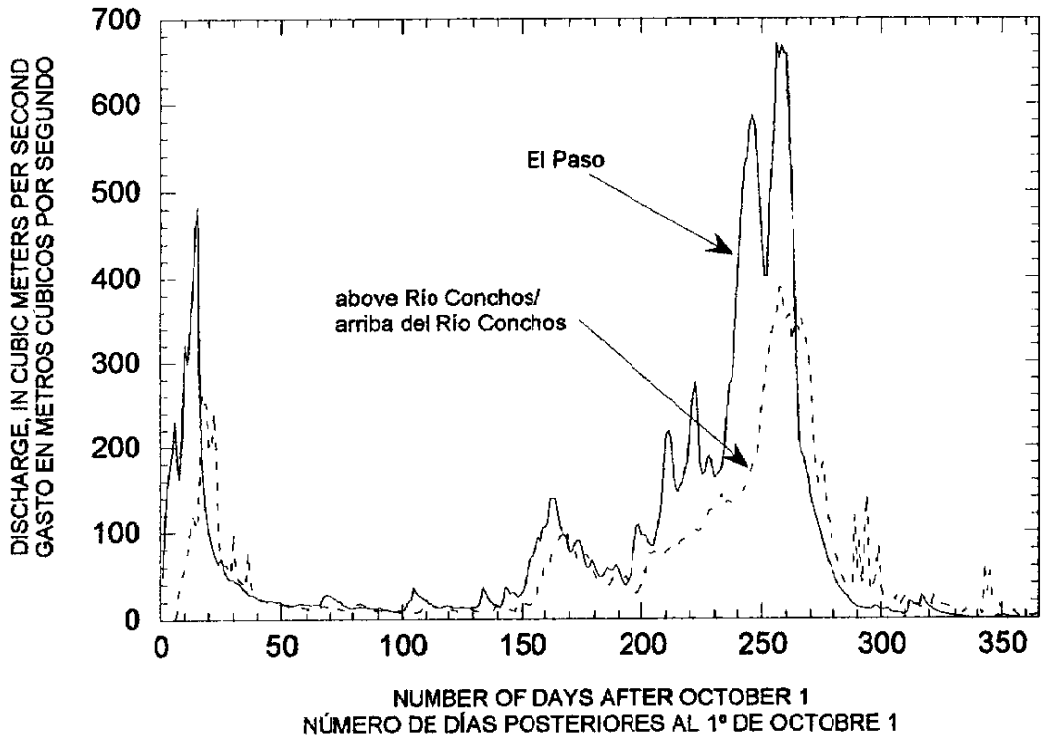


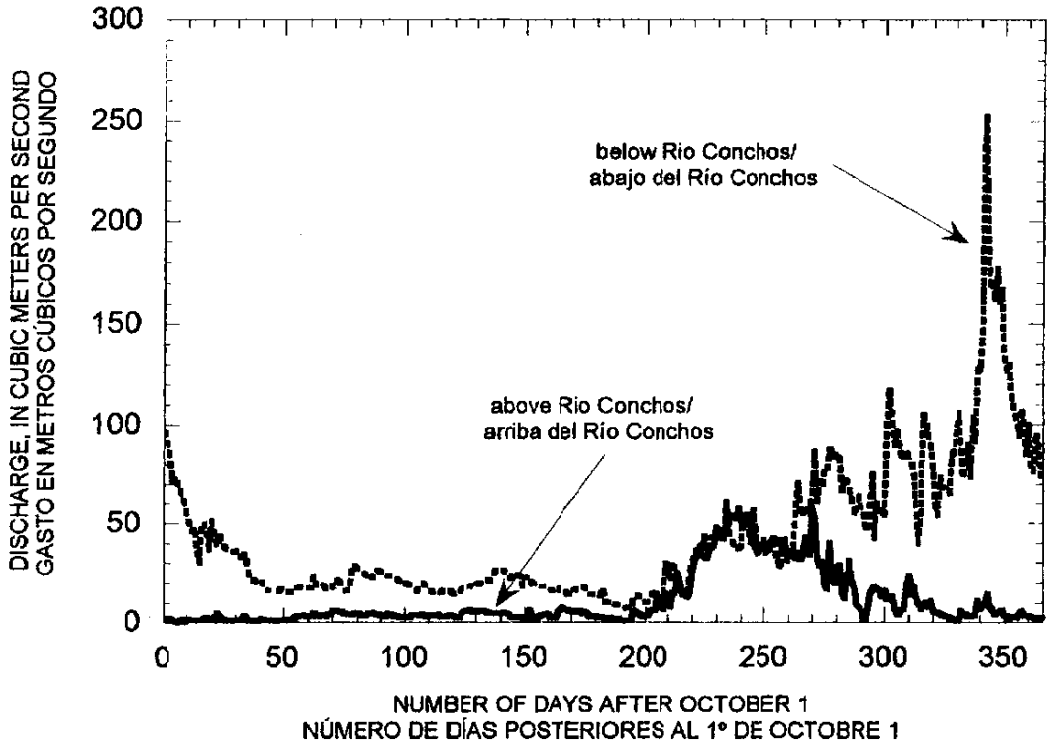

NM
TX
El Paso
Ciudad Juárez
El Paso-Juárez Valley/Valle El Paso-Juárez
Fort Quitman/Fuerte Quitman
Pecos River/Río Pecos
Upper Canyons/
Cañones Superiores
abv Río Conchos/
arriba del Río Conchos
blw Río Conchos/
abajo del Río
Conchos
Amistad Res/
Presa Amistad
Presidio Valley/Val
end
section/sección
de Big Bend
Lower Canyons/
Cañones Inferiores
CHIH.
COAH.
100 0 100 200 300
Scale in Kilometers
Escala en Kilometros
N

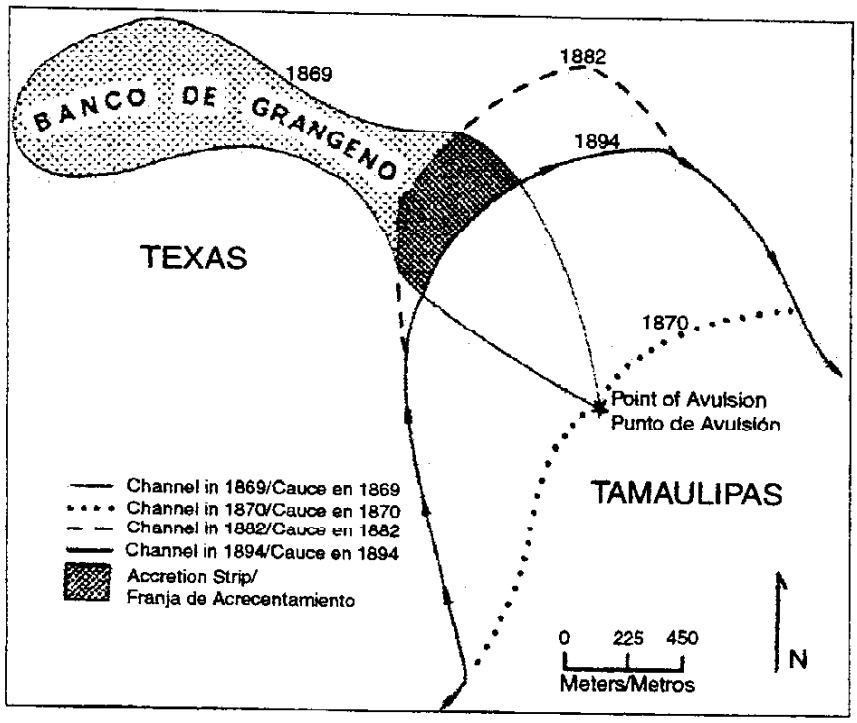

DISCHARGE, IN CUBIC METERS PER SECOND
GASTO EN METROS CÚBICOS POR SEGUNDO
160
140
120
100
80
60
40
20
0
0
50
100
150
200
250
300
350
El Paso
Embudo
Del Norte
Otowi Bridge
above Río Conchos/
arriba del Río Conchos
NUMBER OF DAYS AFTER OCTOBER 1
NÚMERO DE DÍAS POSTERIORES AL 1º DE OCTOBRE 1

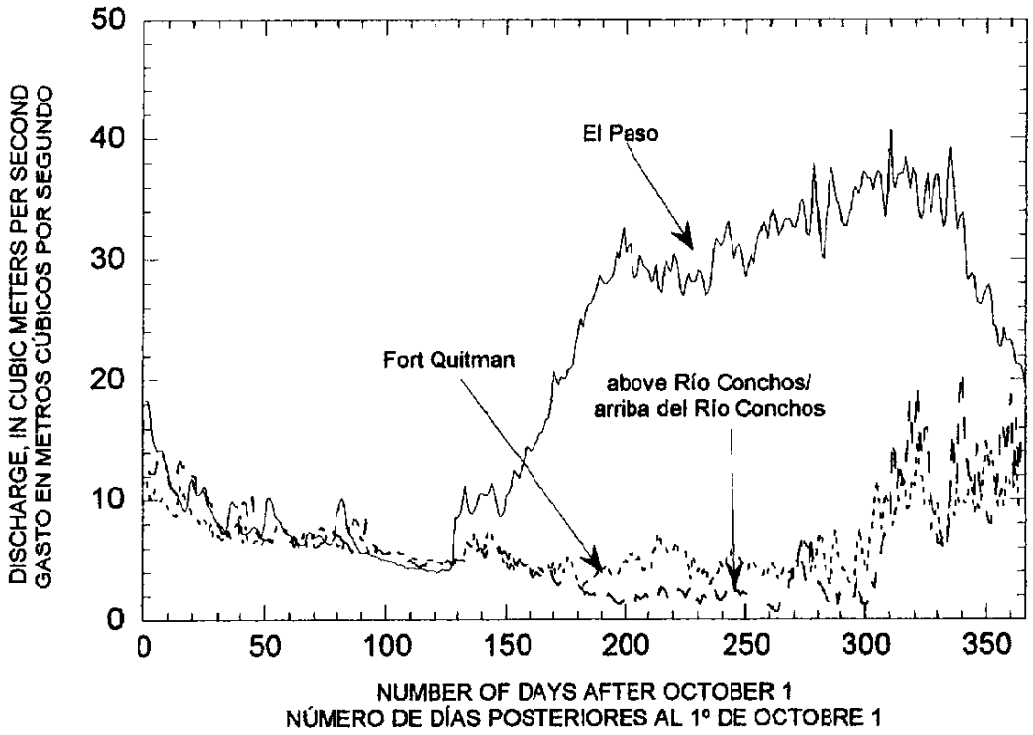

DISCHARGE, IN CUBIC METERS PER SECOND
GASTO EN METROS CÚBICOS POR SEGUNDO
140
120
100
80
60
40
20
0
0
50
100
150
200
250
300
350
Otowi Bridge
Del Norte
El Paso
above Rio Conchos/
arriba del Río Conchos
Embudo
NUMBER OF DAYS AFTER OCTOBER 1
NÚMERO DE DÍAS POSTERIORES AL 1° DE OCTOBRE

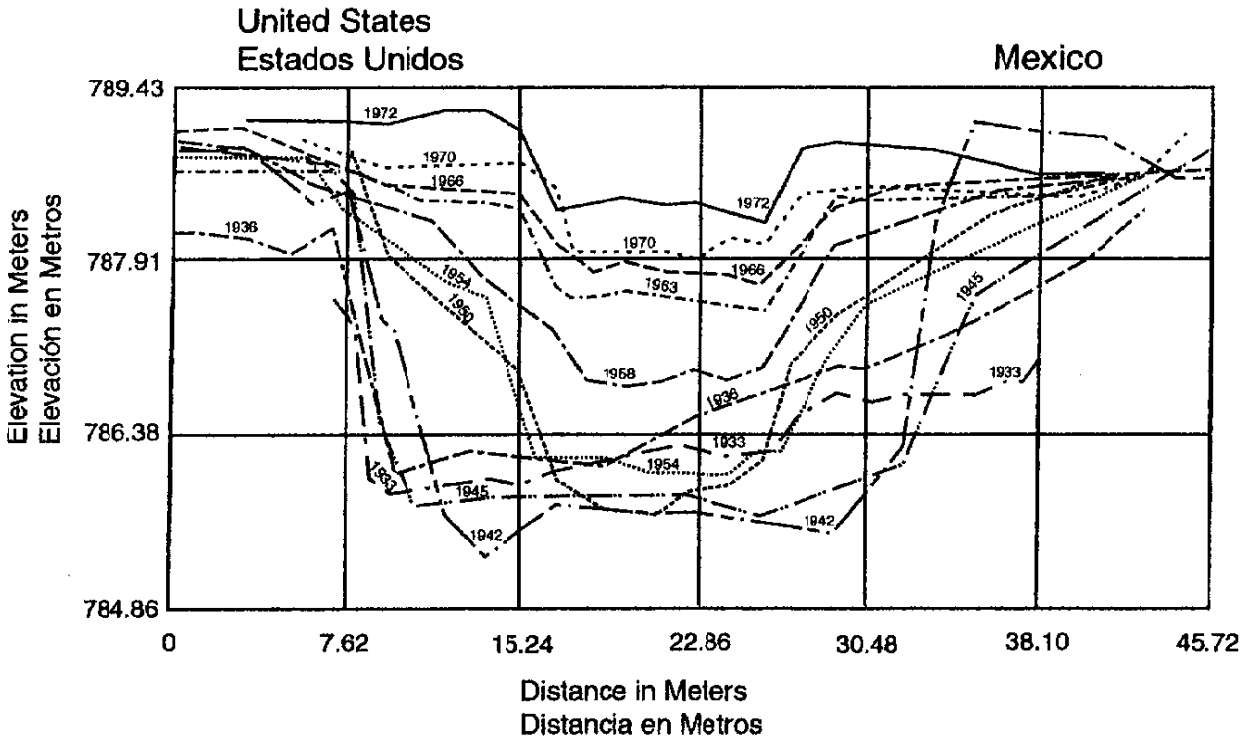

DISCHARGE, IN CUBIC METERS PER SECOND
GASTO EN METROS CÚBICOS POR SEGUNDO
150
100
50
0
0
50
100
150
200
250
300
350
El Paso
above Río Conchos/
arriba del Río Conchos
NUMBER OF DAYS AFTER OCTOBER 1
NÚMERO DE DÍAS POSTERIORES AL 1º DE OCTOBRE 1

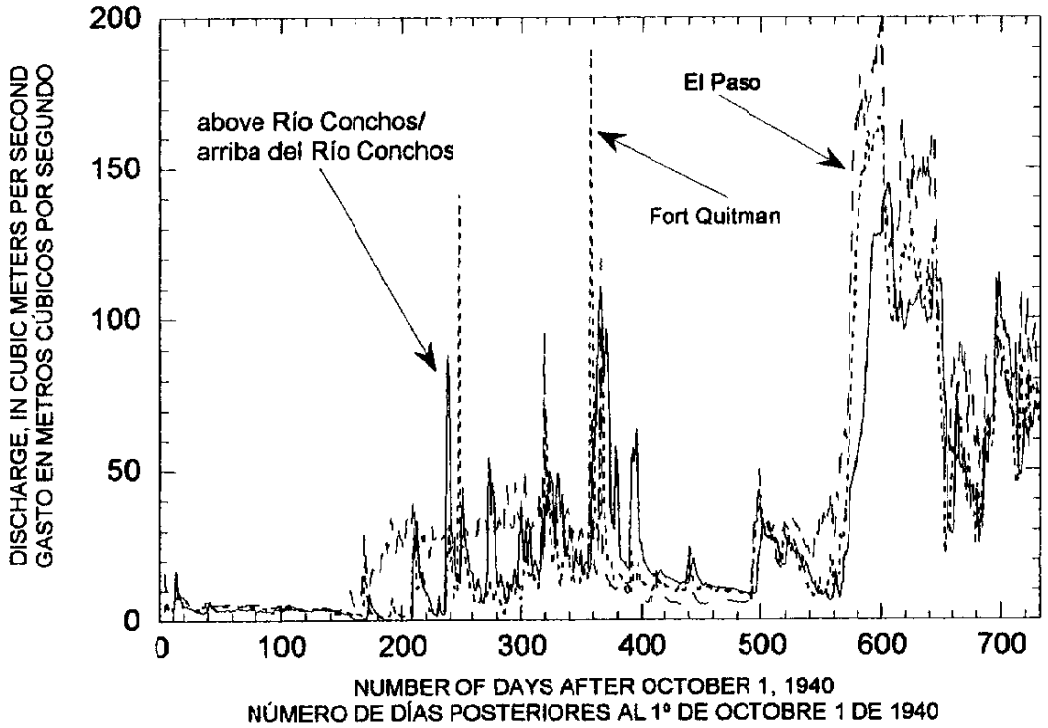

DISCHARGE, IN CUBIC METERS PER SECOND
GASTO EN METROS CÚBICOS POR SEGUNDO
700
600
500
400
300
200
100
0
0
50
100
150
200
250
300
350
El Paso
above Río Conchos/
arriba del Río Conchos
NUMBER OF DAYS AFTER OCTOBER 1
NÚMERO DE DÍAS POSTERIORES AL 1º DE OCTOBRE 1

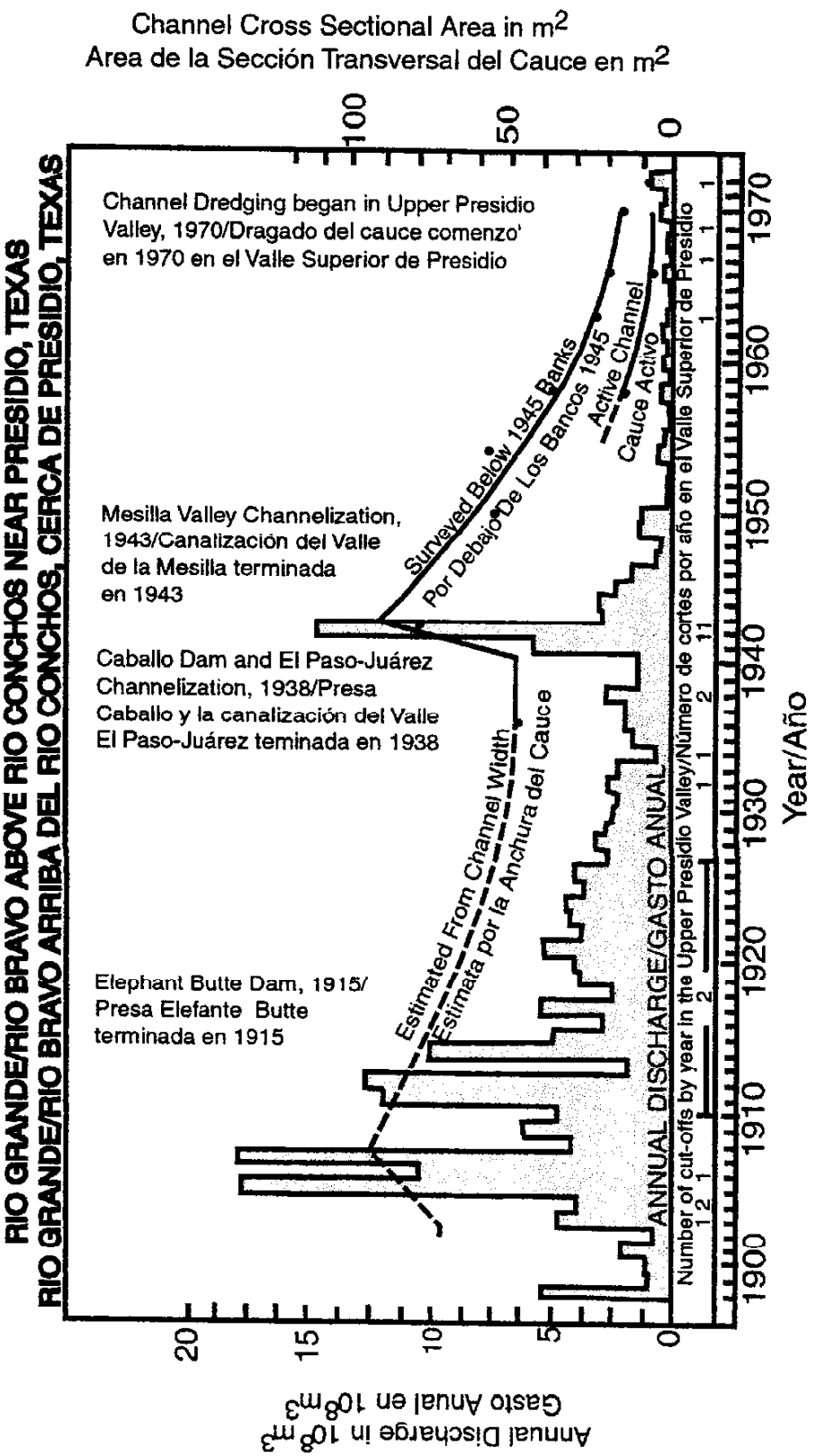

DISCHARGE, IN CUBIC METERS PER SECOND
GASTO EN METROS CÚBICOS POR SEGUNDO
300
250
200
150
100
50
0
0
50
100
150
200
250
300
350
below Rio Conchos/
abajo del Río Conchos
above Rio Conchos/
arriba del Río Conchos
NUMBER OF DAYS AFTER OCTOBER 1
NÚMERO DE DÍAS POSTERIORES AL 1º DE OCTOBRE 1


BANCO DE GRANGENO
1869
1882
1894
1870
TEXAS
TAMAULIPAS
Point of Avulsion
Punto de Avulsión
Channel in 1869/Cauce en 1869
Channel in 1870/Cauce en 1870
Channel in 1882/Cauce en 1882
Channel in 1894/Cauce en 1894
Accretion Strip/
Franja de Acrecentamiento
0 225 450
Meters/Metros
N


DISCHARGE, IN CUBIC METERS PER SECOND
GASTO EN METROS CÚBICOS POR SEGUNDO
50
40
30
20
10
0
El Paso
Fort Quitman
above Río Conchos/
arriba del Río Conchos
0
50
100
150
200
250
300
350
NUMBER OF DAYS AFTER OCTOBER 1
NÚMERO DE DÍAS POSTERIORES AL 1º DE OCTOBRE 1


United States
Estados Unidos
Mexico
789.43
787.91
786.38
784.86
Elevation in Meters
Elevación en Metros
1972
1970
1966
1936
1963
1958
1954
1950
1945
1942
1939
1933
0
7.62
15.24
22.86
30.48
38.10
45.72
Distance in Meters
Distancia en Metros


DISCHARGE, IN CUBIC METERS PER SECOND
GASTO EN METROS CÚBICOS POR SEGUNDO
200
150
100
50
0
0
100
200
300
400
500
600
700
above Río Conchos/
arriba del Río Conchos
El Paso
Fort Quitman
NUMBER OF DAYS AFTER OCTOBER 1, 1940
NÚMERO DE DÍAS POSTERIORES AL 1º DE OCTOBRE 1 DE 1940



Channel Cross Sectional Area in m2
Area de la Sección Transversal del Cauce en m2
RIO GRANDE/RIO BRAVO ABOVE RIO CONCHOS NEAR PRESIDIO, TEXAS
RIO GRANDE/RIO BRAVO ARRIBA DEL RIO CONCHOS, CERCA DE PRESIDIO, TEXAS
Channel Dredging began in Upper Presidio Valley, 1970/Dragado del cauce comenzo' en 1970 en el Valle Superior de Presidio
Mesilla Valley Channelization, 1943/Canalización del Valle de la Mesilla terminada en 1943
Caballo Dam and El Paso-Juárez Channelization, 1938/Presa Caballo y la canalización del Valle El Paso-Juárez teminada en 1938
Elephant Butte Dam, 1915/ Presa Elefante Butte terminada en 1915
Surveyed Below 1945 Banks
Por Debajo De Los Bancos 1945
Active Channel
Cauce Activo
Estimated From Channel Width
Estimata por la Anchura del Cauce
ANNUAL DISCHARGE/GASTO ANUAL
Number of cut-offs by year in the Upper Presidio Valley/Número de cortes por año en el Valle Superior de Presidio
Year/Año
Annual Discharge in 10^8 m^3
Gasto Anual en 10^8 m^3

CONDICIONES DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS EN EL TRAMO FORT QUITMAN A LA PRESA AMISTAD DEL RÍO GRANDE/RÍO BRAVO - LA PERSPECTIVA DE LOS ESTADOS UNIDOS SOBRE TEMAS DE CALIDAD DE LOS RECURSOS HÍDRICOS

Christine M. Kolbe [1] Roger Miranda [2]

RESUMEN

En general, la vigilancia periódica de la calidad del agua de superficie en estaciones fijas sobre el Río Grande/Río Bravo se ha centrado en torno a zonas urbanizadas como El Paso/Ciudad Juárez, Presidio/Ojinaga y Laredo/Nuevo Laredo, donde se ha detectado la mayoría de los problemas relacionados con la calidad. Zonas remotas, escasamente pobladas, como el tramo desde Fort Quitman a la Presa Amistad, generalmente posen menos puestos que las zonas urbanas, industrializadas en la frontera. La recolección sistemática de datos se ha limitado a mediciones en el terreno (oxígeno disuelto, temperatura del agua, caudal, etc.) y contaminantes convencionales (nutrientes, sales, sustancias bacteriológicas). La vigilancia de las sustancias tóxicas en el agua se ha realizado en un número reducido de estaciones.

En 1992 se establecieron los trabajos preparatorios para los proyectos de calidad del agua cooperativos conjuntos entre los Estados Unidos y México, lo cual resultó en la primera iniciativa interinstitucional de fases múltiples para caracterizar el grado de contaminación tóxica del Río Grande/Río Bravo y sus afluentes, el Estudio de las Sustancias Tóxicas del Río Grande/Río Bravo.

Los datos de la vigilancia habitual y los datos de proyectos especiales, como el Estudio de las Sustancias Tóxicas del Río Grande/Río Bravo, han sido utilizados por la Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas a fin de completar el Inventario sobre la Calidad del Agua del Estado de Texas o el Informe 305b (Sección 305b de la Ley sobre Agua Pura [CWA, por su sigla en inglés]) y recopilar la Lista de Aguas Contaminadas (Sección 303d de la CWA).

[1] Christine Kolbe, Monitoring Operations Division, Surface Water Quality Monitoring Program, Texas Natural Resource Conservation Commission, MC-165, P.O. Box 13087, Austin, Texas 78711-3087, 512/239-5831, 512/239-1605 (FAX), ckolbe@tnrcc.state.tx.us

[2] Roger Miranda, Strategic Assessment Division, Total Maximum Daily Load Team, Texas Natural Resource Conservation Commission, MC-206, P.O. Box 13087, Austin,Texas 78711-3087, 512/239-6278, 512/239-5687 (FAX), rmiranda@tnrcc.state.tx.us

Los temas claves identificados por los datos de vigilancia sistemática son inquietudes en torno a salinidad en aumento y problemas bacteriológicos. Se identificaron en el agua metales pesados y ciertos plaguicidas, no obstante, las concentraciones identificadas fueron inferiores a las determinadas en las normas de calidad del agua de superficie utilizadas para proteger la salud humana y la vida acuática. La mayoría de las sustancias tóxicas detectadas tuvieron concentraciones similares a otros cuerpos grandes de agua en Texas.

Las herramientas para el ordenamiento de las aguas como cargas diarias máximas totales y planes de acción para la cuencas hidrográficas se consideran actualmente los mejores métodos para mejorar la calidad de las aguas en masas de agua incluidas en la lista de aguas contaminadas.

INTRODUCCIÓN

Mucho se ha dicho sobre la calidad del agua en el Río Grande/Río Bravo. Una inquietud pública común ha sido que el río estaba siendo contaminado por sustancias tóxicas originadas en actividades municipales, industriales y agrícolas cerca de la frontera. En los últimos años, esta inquietud se ha intensificado debido a la cantidad creciente de plantas industriales en la región fronteriza. A continuación se resumen las iniciativas actuales para la recopilación de datos sobre la calidad del agua, temas claves identificados durante la evaluación de datos y las herramientas actuales para el ordenamiento de la calidad de las aguas.

INICIATIVAS PARA LA RECOPILACIÓN DE DATOS

Programa para la Vigilancia de la Calidad del Agua de Superficie del Estado de Texas

El Programa para la Vigilancia de la Calidad del Agua de Superficie de la Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas (TNRCC, por su sigla en inglés) examina de manera integrada las características físicas, químicas y biológicas de sistemas acuáticos en relación con inquietudes sobre la salud humana, la condición ecológica y los usos designados. Los datos del Programa para la Vigilancia de la Calidad del Agua de Superficie sirven de base para establecer políticas eficaces de ordenamiento de la Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales que promueven la protección, la restauración y el uso amplio de recursos de aguas de superficie en Texas.

El Programa para la Vigilancia de la Calidad del Agua de Superficie de la Comisión, iniciado en 1967, incluye la vigilancia de arroyos, embalses, estuarios y el Golfo de México. El Programa incluye toda la gama de actividades necesarias

para obtener, administrar, almacenar, evaluar, compartir y reportar información sobre la calidad del agua a otros equipos de la Comisión, administración del organismo, otros organismos e instituciones, gobiernos locales, y el público.

La autoridad reglamentaria primaria para el Programa se dispone en la Sección 26.127 del Código de Aguas de Texas. Los demás organismos que participan en actividades para controlar la calidad o la contaminación del agua deben coordinar esas actividades con la Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas. El Programa para la Vigilancia está fuertemente influenciado por las Secciones 104(b), 106, 205(j), 303(d), 305(b), 314, 319, y 604(b) de la Ley Federal sobre Agua Pura de 1987. En gran medida, el Programa de Vigilancia de la Comisión está financiado por un convenio de subvención en cooperación establecido en la Sección 106 de la Ley sobre Agua Pura con la Región 6 de la EPA.

La misión del Programa es describir la calidad de las aguas de superficie ambientales del estado. Los componentes básicos incluyen una red de vigilancia de estación fija, encuestas intensivas y estudios especiales. Los datos sobre calidad del agua obtenidos mediante estos componentes se incorporan a la base de datos del Programa. Los resultados de la vigilancia obtenidos por el Programa pueden ser utilizados por la Comisión para (1) determinar las características de las condiciones existentes, (2) evaluar las tendencias espaciales y temporales, (3) determinar el cumplimiento de las normas de calidad del agua, (4) identificar problemas emergentes, y (5) evaluar la eficacia de los programas de control de la calidad del agua.

En el pasado, la recolección sistemática de datos en el Río Grande/Río Bravo se realizaba mediante un convenio de cooperación entre la Comisión y la Sección estadounidense de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (USIBWC, por su sigla en inglés). USGS también ha contribuido datos recolectados como parte del programa nacional para la vigilancia de la calidad del agua.

Vigilancia coordinada en el Río Grande/Río Bravo

En 1991, la Legislatura de Texas aprobó la Ley sobre Ríos no Contaminados de Texas (Proyecto de Ley del Senado 818) en respuesta a preocupaciones crecientes que los temas de los recursos hídricos no se abordan holísticamente. A lo largo de la historia, los temas relacionados con la calidad del agua fueron tratados por organismos individuales o áreas de programas según sus responsabilidades. El resultado de esta legislación fue el Programa Ríos no Contaminados de Texas.

Utilizando los métodos y los protocolos establecidos y mantenidos por el Programa para Vigilancia de la Calidad de Aguas Superficiales de la Comisión

para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas, la meta del Programa Ríos no Contaminados es mantener y mejorar la calidad del agua en cada cuenca hidrográfica de los ríos en Texas mediante una alianza en curso que incluya la Comisión, las autoridades de los ríos, otros organismos, entidades regionales, gobiernos locales, industria y ciudadanos. El programa emplea una estrategia de ordenamiento de la cuenca hidrográfica a fin de identificar y evaluar temas de calidad del agua, establecer prioridades para acciones correctivas y trabajar para poner en marcha dichas acciones.

Habida cuenta de la naturaleza internacional del Río Grande/Río Bravo, el Estado de Texas contrató recientemente a la Comisión de Límites y Aguas de los Estados Unidos (USIBWC, por su sigla en inglés) para poner en marcha el Programa Ríos no Contaminados para el Río Grande/Río Bravo en su tramo de frontera internacional de 1.254 millas de extensión. En octubre de 1998, la USIBWC se transformó en el organismo coordinador para las actividades de vigilancia de la calidad de las aguas de superficie en la cuenca del Río Grande/Río Bravo. Esto permite una cobertura más completa del Río Grande/Río Bravo al reducir la duplicación de esfuerzos por parte de aliados locales, estatales y federales.

Red de vigilancia con estación fija

La Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales ha subdividido a las cuencas ribereñas y costeras en segmentos para actividades de gestión de la calidad del agua. La mayoría de los cursos de agua, las represas y los estuarios fueron clasificados como segmentos por la Comisión. En muchos casos, cursos de agua y ríos de gran extensión se han subdividido incluso en otros segmentos. Actualmente hay 224 segmentos de cursos de agua, 99 segmentos de represas y 44 segmentos de estuarios. El Golfo de México se considera un segmento. Cursos de agua, represas y estuarios menores son considerados como aguas no clasificadas por la TNRCC. Una de las metas principales del Programa para la Vigilancia ha sido establecer al menos una estación fija de vigilancia en cada uno de los 368 segmentos clasificados.

El muestreo en estaciones fijas incluye mediciones en el terreno, análisis químicos sistemáticos del agua y análisis de coliformes fecales. Coberturas adicionales pueden incluir sustancias químicas en el agua, sedimentos o tejidos de peces, pruebas de toxicidad de aguas y sedimentos, análisis de la estructura de la comunidad de peces o macroinvertebrada bentónica. Los métodos de muestreo empleados por la TNRCC y el Programa Ríos no Contaminados para la recolección de cada conjunto de parámetros se describen en el Manual de Procedimientos para la Vigilancia de la Calidad del Agua del Programa (TNRCC, 1999).

TIPOS DE DATOS RECABADOS

Mediciones en el campo, análisis químicos sistemáticos del agua y análisis bacteriológicos

El muestreo que es igual para todos los sitios incluye mediciones en el campo, análisis químicos sistemáticos del agua y densidad de coliformes fecales (Cuadro 1). El propósito de vigilar estos parámetros es detectar y describir cambios espaciales y temporales, determinar impactos de fuentes puntuales y no puntuales y evaluar el cumplimiento de las normas de calidad del agua. Muchos procesos químicos y biológicos en el entorno acuático son afectados por mediciones en el campo. La vigilancia de las mediciones en el campo también ofrece información complementaria necesaria para la evaluación de datos químicos y biológicos.

Sustancias tóxicas en el agua, sedimentos y tejidos de peces

De manera más selectiva, el Programa para la Vigilancia/Programa Ríos no Contaminados realiza el seguimiento de 12 metales en agua, 13 en sedimentos y siete en tejidos de peces en estaciones fijas determinadas (Cuadro 2). También se vigilan en ciertos sitios una cantidad alta de sustancias orgánicas; 40 plaguicidas, 31 sustancias orgánicas volátiles y 63 semivolátiles en agua, sedimentos y tejidos de peces (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 1. Mediciones en el campo y análisis químicos sistemáticos del agua

Mediciones en el campo	**Análisis químicos sistemáticos del agua * Todos los parámetros de los análisis químicos sistemáticos del agua se informan en mg/L, a menos que se indique lo contrario**	
Temperatura del agua (C)	Nitrógeno	Cloruro
pH (unidades estándar)	amoníaco	Sulfato
Oxígeno disuelto (mg/L)	Clorofila (g/L)	Alcalinidad total
Conductancia específica (mhos/cm	Feofitina a (g/L)	Total de sólidos
Salinidad (ppt)	Nitrógeno de	disueltos
Disco Secchi (m)	Kjeldahl	Carbono orgánico total
Coliforme fecal (#/100 mL)	Nitrato + Nitrito	Total de sólidos en
Caudal (cfs)	Nitrógeno	suspensión
Intensidad del caudal	Ortofósforo	Sólidos volátiles en
Días transcurridos desde la última	Fósforo total	suspensión
precipitación significativa		

Las sustancias tóxicas en el agua, los sedimentos y los tejidos de peces se vigilan a fin de determinar la prevalencia y magnitud, detectar y describir cambios espaciales y temporales y evaluar el cumplimiento de las normas aplicables de calidad del agua. Los criterios de calidad del agua para proteger la vida acuática y la salud humana han sido establecidos por la TNRCC para algunos metales y sustancias orgánicas.

A pesar de que no existen actualmente criterios para sedimentos, estos últimos representan un sumidero importante de muchas sustancias químicas tóxicas. Los resultados de la vigilancia de la química de los sedimentos puede utilizarse para evaluar la condición del hábitat bentónico, determinar contaminantes de fuentes puntuales y no puntuales y vigilar tasas de recuperación después del establecimiento de contenciones de la contaminación o tratamiento mejorado de aguas residuales. Las sustancias tóxicas en los sedimentos y en los tejidos en realidad son más representativas de condiciones en un sitio que en el agua.

Vigilancia TOXNET

El programa de vigilancia TOXNET fue establecido en 1990 por la Región 6 de la EPA en cooperación con la TNRCC, con el propósito de propiciar el uso de pruebas de toxicidad ambiente para la evaluación de la calidad del agua, la toxicidad potencial en masas de agua y la eficacia de medidas en vigencia para el control de la toxicidad. Las masas de agua que han revelado toxicidad recurrente son candidatas para evaluaciones con estudios especiales más intensivos a fin de

confirmar condiciones tóxicas o perjuicio al uso de la vida acuática y determinar causas y fuentes de toxicidad. Los análisis de las muestras incluyen parámetros habituales de calidad del agua y biovaloraciones crónicas a corto plazo uniformizadas. Las pruebas de la toxicidad de sedimentos se realizan en elutriaciones. Los organismos utilizados en las pruebas incluyen *Ceriodaphnia dubia* (pulga de agua) y *Pimephales promelas* (sanguinerola del Canadá) en agua dulce y *Cyprinodon variegatus* (petota) en aguas de estuarios o aguas salinas.

Vigilancia biológica

El Programa para la Vigilancia de la Calidad del Agua de Superficie y el Programa Ríos no Contaminados utilizan la vigilancia biológica (peces y macrobentos) para ofrecer evaluaciones integradas de la calidad del agua. Las comunidades biológicas son útiles en la evaluación de la calidad del agua por diferentes razones, incluida la sensibilidad a las perturbaciones de bajo nivel y su función como monitores permanentes.

Los objetivos de vigilar comunidades de peces y macrobentónicas son detectar y describir modificaciones espaciales y temporales en estructura y función. Estos resultados pueden utilizarse para evaluar impactos de fuentes puntuales y no puntuales, evaluar condiciones o "salud" de la comunidad, determinar usos apropiados de la vida acuática, vigilar tasas de recuperación después de la aplicación de tratamiento mejorado de aguas residuales y advertir de manera temprana sobre impactos potenciales.

Cuadro 2. Metales habituales en agua, sedimentos y tejidos

Agua (g/L)	Sedimento (mg/kg)	Tejido (mg/kg)
Aluminio	Aluminio	Arsénico
Arsénico	Arsénico	Cadmio
Cadmio	Bario	Cromo
Cromo	Cadmio	Cobre
Cobre	Cromo	Plomo
Plomo	Cobre	Mercurio
Mercurio	Plomo	Selenio
Mercurio (total)	Manganeso	
Níquel	Mercurio	
Selenio	Níquel	
Selenio (total)	Selenio	
Plata	Plata	
Zinc	Zinc	

Vigilancia del tejido de peces

Los contaminantes químicos tóxicos puede asimilarse mediante las cadenas alimentarias acuáticas y bioacumularse posteriormente en tejidos de peces. El Programa para la Vigilancia utiliza el monitoreo de tejidos de peces a fin de indicar zonas con contaminación de la calidad de las aguas y de sedimentos y detectar y evaluar niveles de contaminantes en peces que pueden ser dañinos para los seres humanos. La información sobre niveles elevados de contaminantes químicos tóxicos en tejidos de peces es comunicada por la TNRCC al Departamento de Salud de Texas. Si sobre la base de pruebas adicionales de tejidos comestibles, el Departamento de Salud concluye que el consumo de pescado contaminado químicamente representa un riesgo inaceptable para la salud humana, se emite un comunicado sobre el consumo de pescado o una veda que afecta a la vida acuática para masas específicas de agua (o partes de una masa de agua).

Vigilancia desde estación fija en el tramo Fort Quitman a la Presa Amistad

El tramo desde Fort Quitman a la Presa Amistad tiene aproximadamente 500 millas (805 km) de longitud. Durante la última evaluación de la calidad del agua del Río Grande/Río Bravo en 1999 (según lo establece la Sección 305 (b) de la Ley sobre Agua Pura), solo seis estaciones contaron con datos adecuados para evaluar más de 500 millas (805 km) del río. En general, la vigilancia periódica de la calidad del agua de superficie en estaciones fijas sobre el Río Grande/Río Bravo se ha centrado en torno a zonas urbanizadas, donde se ha detectado la mayoría de los problemas hídricos. Zonas remotas, escasamente pobladas, como el tramo desde Fort Quitman a la Presa Amistad, generalmente poseen menos puestos que las zonas urbanas industrializadas, en la frontera. La recolección sistemática de datos se ha limitado a mediciones en el terreno (oxígeno disuelto, temperatura del agua, caudal, etc.) y contaminantes convencionales (nutrientes, sales, sustancias bacteriológicas). La vigilancia de las sustancias tóxicas en el agua se ha realizado en un número reducido de estaciones.

Cuadro 3. Plaguicidas y sustancias orgánicas volátiles habituales

Plaguicidas y sustancias orgánicas volátiles en aguas (g/L); sedimentos (g/k ; peso en seco) y tejidos (mg/kg peso húmedo)	
PLAGUICIDAS	**SUSTANCIAS ORGANICAS VOLÁTILES**
DDT, total	Clorometano
DDD, total	Bromometano
DDE, total	Cloruro de vinilo
Aldrin	Cloroetano
Dieldrin	Acrilonitrilo
Endrin	Cloroformo
Clordano, total	Cloruro de metileno
Heptacloro	1,1-Dicloroetileno
Epóxido de heptacloro	1,1-Dicloroetano
Metoxiclor	1,2-trans-Dicloroetileno
Lindano (BHC gama)	1,2- Dicloroetano
Toxafeno	Tetracloruro de carbono
Hexaclorobenceno	Diclorobromometano
BHC alfa	Benceno
BHC beta	Clorodibromometano
BHC delta	1,1,1-Tricloroetano
Dicofol (kelthane)	1,2-Dicloropropano
Mirex	trans-1,3-Dicloropropileno
Pentaclorobenceno	cis-1,3-Dicloropropileno
Malatión	1,1,2-Tricloroetano
Paratión 2-	Éter vinílico de cloruro de etilo
Diazinón	Tricloroetileno
2,4-D	Bromoformo
2,4,5-T	Tolueno
2,4,5-TP (silvex)	Benceno de etilo
Diurón (karmex)	1,1,2,2-Tetracloroetano
Cloropirifos (dursban)	Tetracloroetileno
Endosulfán I y II	Clorobenceno
Sulfato de Endosulfán	Xilenos totales
Demeton	Eter de Bis(clorometil)
Gutión	1,2-Dibromoetano
Carbarilo (sevin)	
% Lípidos (tejido solamente)	
PCB-1242	
PCB-1254	
PCB-1221	
PCB-1232	
PCB-1248	
PCB-1260	
PCB-1016	
PCB, total	

Cuadro 4. Sustancias orgánicas semivolátiles habituales

Sustancias orgánicas semivolátiles en aguas (g/L); sedimentos (g/kg peso en seco) y tejidos (mg/kg peso húmedo	
Fenol	2,4-Dinitrotolueno
2-Clorofenol	Fluoreno
2-Nitrofenol	4-clorofenilo éter fenilo
2,4-Diclorofenol	Ftalato de dietil
3-Metilo-4-clorofenol	N-Nitrosodifenilamina
2,4,5-Triclorofenol	1,2-Difenilhidrazina
2,4,6- Triclorofenol	4-bromofenilo éter fenilo
2,4-Dimetilfenol	Fenantreno
2,4-Dinitrofenol	Antraceno
4-Nitrofenol	Di-n-butil ftalato
4,6-Dinitro-o-cresol	Fluoranteno
Pentaclorofenol	Pireno
N-Nitrosodimetilamina	Bencidina
Bis(2-cloruro de etilo) éter	D-n-octil ftalato
1,3-Diclorobenceno	Criseno
1,4- Diclorobenceno	Benzo(a)antraceno
1,2- Diclorobenceno	3,3'-Diclorobencidina
Bis(2-Cloroisopropilo) éter	Bis(2-etilohexilo) ftalato
Hexacloroetano	Di-n-octil ftalato
N-Nitrosodi-n-propilamina	Benzo(b)fluoranteno
Nitrobenceno	Benzo(k)fluoranteno
Isoforona	Benzo(a)pireno
Bis(2-cloroetoxi)metano	Indeno(1,2,3-cd)pireno
1,2,4-Triclorobenceno	Dibenz(a,h)antraceno
Naftalina	Benzo(ghi)perileno
Hexaclorobutadieno	Cresoles, total
Hexaclorociclopentadieno	Hexaclorofeno
2-Cloronaftalina	N-nitrosodietilamina
Acenaftileno	N-nitrosodi-n-butilamina
Dimetil ftalato	Piridina
2,6-Dinitrotoluene	1,2,4,5-Tetraclorobenceno
Acenafteno	

COOPERACIÓN BINACIONAL

Estudio de las Sustancias Tóxicas del Río Grande/Río Bravo

En febrero de 1992, México y Estados Unidos emitieron la primera etapa del Plan Ambiental Integrado para la Zona Fronteriza de México y los Estados Unidos (Primera etapa: 1992-1994; el plan posterior se denomina ahora Programa XXI de la Zona Fronteriza de Estados Unidos y México). Este plan preparó el terreno para que los dos países trabajaran juntamente en la identificación y la solución de problemas en la frontera internacional. El 13 de noviembre de 1992 las secciones estadounidense y mexicana de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (IBWC) aprobaron el Acta Nº 289, titulada "Observación de la Calidad de las Aguas en la Frontera de Estados Unidos y México". Este convenio resultó en la primera fase del Estudio de las Sustancias Tóxicas del Río Grande/Río Bravo. Estos trabajados han constituido una iniciativa binacional multifase y multinstitucional para determinar las características del grado de contaminación tóxica del Río Grande/Río Bravo y sus afluentes.

El estudio original (Fase I) surgió a raíz de una convicción muy común que el río estaba siendo contaminado por sustancias tóxicas de origen industrial y agrícola cerca de la frontera. En los últimos años, esta inquietud se ha intensificado debido a la cantidad creciente de plantas industriales en la región fronteriza. El análisis de estudios anteriores produjo información limitada y, si bien se puso en evidencia la contaminación con sustancias tóxicas, no se suministró una evaluación ambiental.

La meta general del estudio de fases múltiples fue determinar si la contaminación sospechada del Río Grande/Río Bravo con sustancias tóxicas ocurría en realidad. Se identificaron tres objetivos:

identificar todos los sitios y contaminantes de preocupación potencial.
evaluar los efectos que estas sustancias tóxicas tienen en peces y otros organismos acuáticos del río.
identificar fuentes potenciales en sitios donde se encuentran sustancias tóxicas.

Como resultado de la variedad de actividades en la cuenca del Río Grande/Río Bravo, ha sido difícil identificar fuentes precisas de un contaminante específico. Las inquietudes identificadas en las fases múltiples de este estudio han contribuido a concentrar recursos en los sitios y contaminantes que seguramente perjudicarán la calidad del agua.

Fases 1 y 2

El trabajo en el campo para la Fase 1 se realizó desde noviembre de 1992 a marzo de 1993. Durante este programa intensivo de vigilancia, se tomaron muestras en 45 sitios con caudal bajo, incluidos 19 en el curso principal y 26 en los afluentes (13 en Texas y 13 en México) desde El Paso/Ciudad Juárez a Brownsville/Matamoros. La mayoría de las estaciones estaban ubicadas en zonas donde la posibilidad de contaminación química tóxica era más alta, principalmente en cercanías de ciudades hermanas importantes.

La Fase 1 del Estudio de las Sustancias Tóxicas del Río Grande/Río Bravo identificó zonas con probabilidad más alta de contaminación tóxica. Durante la segunda fase de la vigilancia intensiva (de mayo de 1995 a diciembre de 1995), se recogieron muestras en 46 estaciones, incluidos 27 sitios en el curso principal y 19 sitios en afluentes desde El Paso/Ciudad Juárez a Brownsville/Matamoros, identificadas como zonas problemáticas durante la Fase I. Se realizaron tareas adicionales en zonas en las que se descubrieron efectos tóxicos en la Fase I a fin de lograr un mejor entendimiento de la contaminación y los efectos asociados.

La vigilancia en las Fases 1 y 2 comprendió:

> Análisis de laboratorio de muestras de agua, sedimentos y tejidos de peces a fin de evaluar la presencia de aproximadamente 150 diferentes sustancias químicas tóxicas.
> Pruebas de toxicidad en muestras de agua y sedimentos para observar los efectos en la supervivencia o la reproducción de organismos con pruebas sensibles (sanguinerolas del Canadá y pulgas de agua).
> Biovaloración de comunidades de peces y macroinvertebradas bentónicas. Se utilizaron números y tipos de peces y macroinvertebrados bentónicos para evaluar la salud del ecosistema acuático relativo.

Los resultados de la Fase I se publicaron en el informe de septiembre de 1994 titulado *Binational Study Regarding the Presence of Toxic Substances in the Rio Grande/Rio Bravo and its Tributaries Along the Boundary Portion Between the United States and Mexico* [Estudio binacional sobre la presencia de sustancias tóxicas en el Rio Grande/Río Bravo y sus afluentes en la sección fronteriza entre los Estados Unidos y México].

Los resultados de la Fase 2 se publicaron en septiembre de 1997 en un informe de dos volúmenes titulado *Binational Study Regarding the Presence of Toxic Substances in the Rio Grande/Rio Bravo and its Tributaries Along the Boundary Portion Between the United States and Mexico* [Estudio binacional sobre la

presencia de sustancias tóxicas en el Río Grande/Río Bravo y sus afluentes en la sección limítrofe entre los Estados Unidos y México].

Fase 3

La zona de estudio comienza aguas arriba desde la zona metropolitana de El Paso/Ciudad Juárez al extremo inferior del Parque Nacional Big Bend. Las Fases 1 y 2 identificaron riesgo potencial alto de efectos de sustancias tóxicas en el tramo desde El Paso/Ciudad Juárez hasta Presidio/Ojinaga y potencial moderado de efectos de sustancias tóxicas en el Parque Nacional Big Bend – Cañón de Santa Elena. Este tramo del Río Grande/Río Bravo también se citó en el informe técnico de la Fase 2 para México como una zona que necesita otros estudios habida cuenta de la salinidad en aumento. Este tramo del Río Grande/Río Bravo también ofreció una oportunidad única para evaluar una variedad de factores en estas tres zonas incluidos: alteración del hábitat, uso de la tierra, calidad del agua/sedimentos, variaciones en el caudal y comunidades biológicas. Dado que no es posible considerar solamente los efectos tóxicos como causas del deterioro de la vida acuática, se investigaron tanto las fuentes puntuales como no puntuales de contaminación así como la modificación del hábitat con el propósito de describir precisamente la calidad del agua y las condiciones de la vida acuática en el río.

Las metas primarias de este proyecto fueron:

> Mejor definición de problemas identificados en la Fase I y en la Fase 2 con mayor vigilancia intensiva en menos sitios.
> Uso de herramientas analíticas multifactoriales para identificar los factores de tensión (hábitat, uso de la tierra, datos físicos y químicos sobre la calidad del agua) que contribuyen a las diferencias observadas entre los sitios.
> Determinar los factores de tensión que repercuten mayormente en comunidades acuáticas y salud humana.

MÉTODOS PARA EVALUAR LA CALIDAD DEL AGUA DE SUPERFICIE

Los datos de la vigilancia habitual y los datos de proyectos especiales, como el Estudio de las Sustancias Tóxicas del Río Grande/Río Bravo, han sido utilizados por la Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas a fin de completar el Inventario sobre la Calidad del Agua del Estado de Texas o el Informe 305b (Sección 305b de la Ley sobre Agua Pura [CWA, por su sigla en inglés]) y recopilar la Lista de Aguas Contaminadas (Sección 303d de la CWA). Las Normas de Calidad del Agua de Superficie de Texas se utilizan como la base para esta evaluación de la calidad de las aguas. Las pautas para realizar la evaluación se encuentran en *Guidance for Screening and Assessing Texas Surface*

and Finished Drinking Water Quality Data [Pautas para la Selección y la Evaluación de Datos sobre la Calidad de Aguas de Superficie y Potables Terminados de Texas] de la Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas.

Normas de calidad del agua de superficie de Texas

La meta básica de los programas de ordenamiento de la calidad del agua administrados por la TNRCC es: proteger los recursos hídricos de Texas. Las Normas de Calidad del Agua de Superficie ofrecen el marco para lograr esta meta. Las Normas reconocen la diversidad hidrológica y geológica del estado al dividir cuencas hídricas importantes, represas y bahías en segmentos definidos. La Cuenca del Río Grande/Río Bravo está dividida en 14 segmentos. El Río Grande/Río Bravo desde Fort Quitman a la Presa Amistad incluye la porción más baja del Segmento 2307 (Río Grande/Río Bravo por debajo de la Presa de Derivación Riverside en El Paso hasta la Confluencia del Río Conchos) y todo el Segmento 2306 del Río Grande/Río Bravo sobre la Presa Internacional Amistad (desde la confluencia con el Río Conchos a los cursos de cabecera de la Presa Amistad).

Las Normas de Calidad del Agua de Superficie de Texas son reglas diseñadas para establecer metas numéricas y descriptivas para la calidad del agua en todo el estado y ofrecer una base de manera que los programas regulatorios de la Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas establezcan métodos razonables para ejecutar y alcanzar las metas del estado para la calidad del agua.

Todas las normas son protectoras, es decir que se utilizan para identificar una situación en la que posiblemente la calidad del agua no satisfaga los usos designados.

En las Normas de Calidad del Agua de Superficie de Texas se definen cinco categorías generales para el uso del agua:

Vida acuática

Actividades recreativas con contacto

Abastecimiento público de agua

Consumo de pescado

Usos generales

EVALUACIÓN DE DATOS SISTEMÁTICOS SOBRE CALIDAD DE AGUAS DE SUPERFICIE

A continuación se evalúan datos relacionados con temas claves de calidad del agua, salinidad, bacterias, y nutrientes en este tramo del Río Grande/Río Bravo, y el nivel de observancia de usos designados y criterios específicos enumerados en las Normas de Calidad del Agua de Superficie de Texas. Esta evaluación se realizó con aproximadamente cinco años de datos sistemáticos de la vigilancia de la calidad de aguas superficiales en estaciones fijas (septiembre de 1993 a noviembre de 1999) incluidos en la base de datos sobre calidad de aguas superficiales de la Comisión.

Usos generales

Salinidad (Cloruro, sulfato y total de sólidos disueltos): Concentraciones altas de sólidos disueltos (cloruro, sulfato) pueden inutilizar las aguas de superficie para la agricultura o elevar demasiado los costos de su tratamiento para el consumo como agua potable. Concentraciones altas de sólidos disueltos también pueden repercutir en el uso de la vida acuática. Niveles altos de sólidos disueltos, cloruro y sulfato son un problema en el Río Grande/Río Bravo.

En la zona de El Paso, los niveles de sales disueltas tienden a ser más bajos durante la temporada de riego y más altos durante el resto del año. Las normas para el cloruro, el sulfato y el total de sólidos disueltos (tsd) se basan en el promedio del segmento (Cuadro 5). A pesar de que el cloruro, el sulfato y el total de sólidos disueltos superaron los criterios en instancias individuales, el promedio de más de nueve muestras debe exceder un criterio para un cuerpo de agua que no observa las normas de calidad del agua. Estos criterios no reflejan la variación temporal en los valores de cloruro, sulfato y tsd. Cuando se agrupan los datos de acuerdo con el riego (15 de marzo – 15 de septiembre) y temporadas que no son de riego (16 de septiembre – 14 de marzo), se observan diferencias estacionales generales (Miyamoto, *et al.*, 1995). Niveles altos de cloruro, sulfato o tsd pueden incrementar el costo del tratamiento de las aguas de superficie durante períodos de caudal bajo. Los datos utilizados para evaluar el cloruro, el sulfato y los tsd revelaron que las concentraciones promedio en estaciones aguas arriba (Puente Courshesne) y aguas abajo (Puente Zaragosa) en la zona de El Paso/Ciudad Juárez estuvieron por debajo de los criterios para los segmentos respectivos. El Paso tiene la ventaja de recibir agua primero de Elephant Butte. A pesar de que el agua proveniente de Elephant Butte es utilizada por Nuevo México antes y que el agua que llega a El Paso tiene niveles incrementados de sales, como resultado de los flujos de reutilización del riego, mantiene valores inferiores de cloruro, sulfato y tsd en relación con los sitios aguas abajo.

Cuando se compara con las otras estaciones en este tramo, la zona de El Paso/Ciudad Juárez no presenta los problemas de salinidad observados en las zonas de Fort Quitman-Big Bend. Cinco de las seis estaciones en el tramo desde Fort Quitman a la Presa Amistad tienen niveles de cloruro, sulfato o tsd que exceden el criterio para los segmentos respectivos. La zona de Presidio-Big Bend experimenta flujos variables que son influenciados por riego limitado, escorrentería de precipitaciones y flujos entrantes del Río Conchos. En los últimos años, el caudal mismo del Río Conchos ha sido bajo como resultado de condiciones de sequía. Concentraciones más bajas de cloruro y sulfato en lugares aguas abajo de Big Bend podrían posiblemente ser el resultado de flujos entrantes de precipitaciones locales por el Arroyo Tornillo y otros cursos de agua pequeños intermitentes que desaguan en el Parque Nacional Big Bend. Los aumentos en salinidad en el tramo extenso sobre la Presa Amistad son mínimos y tal vez resulten de la falta de flujos de reutilización con nivel alto de salinidad.

No obstante, en la actualidad, el Segmento 2307 (que incluye todo por debajo de la Presa de Derivación Riverside en El Paso) se incluye en 303 (d) de Lista de Aguas Contaminadas dado que supera los criterios para cloruro, sulfato y tsd. Esto significa que los usos generales no son posibles en este tramo del río.

Cuadro 5. Valores promedio para cloruro, sulfato y total de sólidos disueltos para la zona de El Paso a la Presa Amistad.

Estaciones Río Grande/Río Bravo	**Cloruro**	**Sulfato**	**tsd**
Puente Courchesene (El Paso)	173	297	933
Criterios para el Segmento 2314	**340**	**600**	**1800**
Puente Zaragosa (El Paso)	159	334	882
Criterios para el Segmento 2308	**250**	**450**	**1400**
Cañón Neely al sur de Fort Quitman	699	615	2374
Aguas arriba del Río Conchos (Presidio)	575	573	1911
Criterios para el Segmento 2307	**300**	**550**	**1500**
Aguas abajo del Río Conchos (Presidio)	393	571	1572
Cañón de Santa Elena (Big Bend)	431	535	1621
Puente Gerstacker (FM 2627) (Debajo del Big Bend)	247	472	1675
Rancho Foster al oeste de Langtry (último sitio antes de la Presa Amistad)	146	294	845
Criterios para el Segmento 2306	300	570	1550

Recreación con contacto (Bacterias de coliformes fecales)

La norma asociada con la recreación con contacto estima el riesgo relativo de nadar u otras actividades que implican contacto directo con el agua mediante la medición de un indicador bacteriano. Las bacterias de coliformes fecales se emplean para indicar la presencia posible de agentes patógenos ocasionadores de enfermedades que se generan en fuentes como aguas residuales tratadas inadecuadamente, sistemas sépticos deficientes o desechos de ganado manejados inadecuadamente. El criterio utilizado en la selección de datos para esta sección del Río Grande/Río Bravo es 400 colonias por 100 ml de agua.

Los datos solo fueron suficientes para evaluar la recreación con contacto en las zonas aguas arriba y aguas abajo de Presidio/Ojinaga y en la última estación antes de la Presa Amistad (Rancho Foster). Los datos disponibles fueron limitados en los otros sitios pero no en cuanto la frecuencia definida en las pautas de evaluación. En las zonas en las que los datos fueron suficientes para evaluar el uso de la recreación con contacto, todos los sitios tenían el uso designado con la excepción de un tramo de 25 millas aguas abajo de Presidio/Ojinaga. Con la excepción de cloruro, sulfato y total de sólidos disueltos que se aplican a un segmento completo del río, los datos de una estación específica solo pueden representar 25 millas de un curso o río. Los datos limitados en los otros sitios en este tramo indican la inclusión del uso de recreación con contacto.

Vida acuática

Las normas asociadas con el uso de la vida acuática están diseñadas para proteger las especies acuáticas al establecer condiciones óptimas para proteger la vida acuática y establecer indicadores para medir si se satisfacen las condiciones. Oxígeno, metales, sustancias orgánicas disueltas en el agua y el agua ambiente, así como la toxicidad de sedimentos, se utilizan para evaluar el uso de la vida acuática.

La concentración de oxígeno disuelto es una característica única, de fácil medición del agua que puede relacionarse con la calidad y la diversidad de la vida acuática en una masa de agua.

Los criterios para el oxígeno disuelto para este tramo del Río Grande/Río Bravo son 5,0 mg/l (ppm). Todos los datos indicaron que los niveles de oxígeno disuelto en general son superiores a 5,0 mg/L. Para que se revele degradación del uso de la vida acuática, más de 25% de las mediciones de oxígeno disuelto (en un mínimo de nueve muestras) tendría que ser inferior a 5,0 mg/L.

Datos limitados recabados durante la vigilancia habitual y el Estudio de las Sustancias Tóxicas del Río Grande/Río Bravo indican la presencia de metales pesados y ciertos plaguicidas. No obstante, las concentraciones observadas fueron menores que las normas de calidad del agua de superficie utilizadas para proteger la salud humana y la vida acuática. La mayoría de las sustancias tóxicas detectadas se encontraron en concentraciones similares a otras masas de agua mayores en Texas.

La sección del río 25 millas abajo de Presidio/Ojinaga se ingresó a la 303 (d) de la Lista de Aguas Contaminadas de 1999 dado que permite parcialmente el uso de la vida acuática como resultado de toxicidad en el agua. Las muestras de agua revelaron un efecto significativo en los organismos de prueba. La toxicidad en el agua detectada aguas abajo de Presidio/Ojinaga será objeto de un estudio futuro sobre la toxicidad en el estado, financiado por la TNRCC, en el cual se incluyen muchas otras zonas del Río Grande/Río Bravo.

Nutrientes: Los nutrientes (fósforo y nitrógeno) son indicadores importantes de la calidad del agua. Niveles excesivos de nutrientes pueden ocasionar brotes de algas que a menudo resultan en niveles periódicos bajos de oxígeno disuelto. Aproximadamente todos los datos sobre nutrientes indicaron que las concentraciones eran menores que el nivel de tamizaje y no constituían una preocupación. La excepción fue el amoníaco en la estación aguas abajo de Fort Quitman y Presidio/Ojinaga.

Cuarenta por ciento de las concentraciones de amoníaco (en 30 muestras) excedieron el nivel de tamizaje (0,19 mg/L) en el puesto del Cañón Neely al sur de Fort Quitman. Las concentraciones de amoníaco en este lugar oscilaron entre < 0,05 y 6,8 mg/L, lo cual fue objeto de preocupación. En el lugar aguas abajo de Presidio/Ojinaga, 13% de las concentraciones de amoníaco superaron el nivel de tamizaje, lo cual indica una preocupación potencial. Las concentraciones que se observaron aguas abajo de Presidio/Ojinaga fueron mucho más bajas que las concentraciones en el Cañón Neely. Datos disponibles en la zona de Fort Hancock, aguas arriba de Fort Quitman, también indican niveles altos de amoníaco.

El amoníaco (NH_3) es uno de los contaminantes acuáticos más común. La importancia del amoníaco se relaciona con su naturaleza altamente tóxica y la presencia generalizada en aguas de superficie. El amoníaco se vierte en fuentes de aguas residuales industriales, municipales y agrícolas (Rand y Petrocelli 1995). La exposición aguda (concentraciones altas en un período breve de tiempo) al amoníaco puede dañar los órganos y otros tejidos de los organismos acuáticos y niveles suficientemente altos también pueden ocasionar la muerte. Si la

exposición al amoníaco es crónica (concentraciones subletales durante un período prolongado de tiempo), los organismos acuáticos aumentan la susceptibilidad a enfermedades, presentan reproducción/crecimiento reducidos y muchas funciones fisiológicas tal vez revelen signos de deterioro (Boyd 1990; Rand y Petrocelli 1995).

Consumo de pescado

Las normas asociadas con el consumo de pescado están diseñadas para proteger al público del consumo afectado por contaminantes en el agua. Las normas son niveles a los que ciertas sustancias tóxicas en el agua pueden acumularse en el tejido de organismos acuáticos.

Los datos disponibles no indican que los valores exceden los criterios para la salud humana utilizados para evaluar el uso del consumo de pescado. Actualmente, el Departamento de Salud de Texas no ha realizado evaluaciones sobre el riesgo del consumo de pescado en el tramo desde Fort Quitman a Amistad del Río Grande/Río Bravo. No obstante, como resultado de fuentes potenciales de contaminantes y preocupación sobre la inocuidad del consumo de pescado proveniente del Río Grande/Río Bravo, la Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas y el Departamento de Salud de Texas están trabajando conjuntamente en la recolección de pescado para realizar evaluaciones sobre el riesgo de consumo. La recolección de pescado está programada para el tercer trimestre de 2000 en la zona de Presidio/Ojinaga. El Departamento de Salud de Texas finalizará las evaluaciones de riesgos en 2001.

Abastecimiento público de agua

Como resultado de la importancia para la salud humana de agua potable no contaminada, el estado ha establecido las Normas del Agua Potable de Texas (Código Administrativo 30 de Texas, Secciones 290.101-290.120, sobre la base de los reglamentos federales para el agua potable según la Ley sobre Agua Potable). Los datos sobre la calidad del agua de superficie no pueden compararse directamente con estos criterios para determinar si una masa de agua acepta este uso. De acuerdo con las normas primarias de agua potable establecidas por las Normas del Agua Potable de Texas, el Río Grande/Río Bravo es apto para el abastecimiento público de agua. Las normas primarias del agua potable se aplican a fuentes de agua potable terminadas.

FUENTES POTENCIALES

Además de las descargas de fuentes puntuales (plantas de tratamiento de aguas residuales), son muchas las categorías principales de contaminación de fuentes no

puntuales (difusa) en el Río Grande/Río Bravo alto. En las zonas pobladas, la fuente principal de contaminación difusa es la escorrentería urbana y las alcantarillas de agua de lluvia. En otras zonas del tramo de Fort Quitman a Amistad, desecho in situ (sistemas sépticos), escorrentería de tierras de cultivo regadas, pastizales, minería y erosión natural son las fuentes no puntuales dominantes.

HERRAMIENTAS PARA LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

Ley sobre Agua Pura

La Sección 303 (d) de la CWA dispone que los estados ejecuten normas de calidad del agua mediante la determinación de cargas diarias máximas totales (CDMT). A pesar de que esta disposición ha estado en vigencia durante 27 años, los esfuerzos por parte de los organismos reguladores, estatales y federales, para introducir normas de calidad del agua de superficie se han centrado principalmente en los requisitos de descarga de fuentes puntuales especificados en los permisos emitidos por conducto del Sistema Nacional para la Eliminación de Descarga de Contaminación (NPDES, por su sigla en inglés). Con la adopción de una perspectiva más amplia para la planificación sobre la calidad del agua, considerando todas las actividades en una cuenca hidrográfica y abordando los deterioros en la calidad del agua de una manera más integral, las CDMT se han convertido en una herramienta valiosa para poner en vigencia normas de calidad del agua mediante una combinación de controles de fuentes puntuales y no puntuales necesarios para lograr las metas en el arroyo.

Cargas diarias máximas totales

Una CDMT se define como la cantidad máxima de un contaminante que un lago, río, arroyo o estuario puede recibir sin dañar seriamente los usos beneficiosos (es decir, natación, pesca, agua potable, vida acuática). Un proyecto de CDMT es una evaluación detallada de la calidad del agua que contiene la base científica de un plan de acción para cuenca hidrográfica.

Planes de acción para cuenca hidrográfica

Un *plan de acción para cuenca hidrográfica* destaca los pasos necesarios para reducir las cargas de contaminantes en una masa de agua específica a fin de restaurar y mantener los usos humanos o la vida acuática. El estado de Texas debe crear planes de acción para remediar o proteger las masas de agua enumeradas en la lista de la Sección 303(d) de masas de agua contaminadas. Un plan de acción para cuenca hidrográfica incluye una evaluación cuantitativa de los problemas relacionados con la calidad del agua y fuentes de contaminantes contribuyentes,

así como un plan de ejecución que identifica partes responsables y especifica acciones para restaurar y proteger la masa de agua.

Justificación para la creación de CMDT

La Sección 303(d) de la ley federal sobre agua potable de 1972 (CWA) dispone que todos los estados deben formular CMDT para masas de agua que no pueden mantener sus usos beneficiosos (deterioradas). Las masas de agua que se incluyen en esta categoría se identifican en el Inventario Estatal de Calidad del Agua o el Informe 305 (b), también un requisito de la CWA. Según la ley federal, si los estados no crean CMDT propias, la Agencia para la Protección del Medio Ambiente de los Estados Unidos debe hacerlo. Un tema clave en la enumeración de las masas de agua en la lista 303(d) es la moratoria en el agregado de ciertas fuentes inéditas y vertidos nuevos de contaminantes en las masas de agua enumeradas. Se considera en la actualidad que la formulación de CMDT y planes de acción para cuencas hidrográficas es el mejor método para mejorar la calidad del agua.

Masas de agua internacionales e interestatales

La formulación de CMDT en masas de agua internacionales e interestatales se tratarán más adelante en el proceso dada la complejidad asociada con la colaboración interestatal e internacional. La meta de la TNRCC es ganar experiencia en la formulación de CMDT para las cuencas hidrográficas de Texas antes de intentar abordar temas de calidad del agua a nivel internacional e interestatal. No obstante, debe establecerse un marco mediante la cooperación interinstitucional e internacional.

REFERENCIAS

Miyamoto, S., L.B. Fenn, and D. Swietlik. 1995. *Flow, Salts, and Trace Elements in the Rio Grande: A Review.* Estación Experimental Agrícolas de Texas e Instituto de Recursos Hídricos de Texas, julio de 1995. College Station, TX. 30 pp.

Rand, G.M. editor. 1995. *Fundamentals of Aquatic Toxicology-Effects, Environmental Fate and Risk Assessment.* Segunda edición. Taylor y Francis, Bristol, PA. 1125 pp.

Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas. 1997. *Código Administrativo de Texas, Título 30, Normas de Calidad de Agua de Superficie de Texas*, abril de 1997, Austin , TX.

Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas. 1999. *Water Quality Monitoring Procedures Manual.* Junio de 1999. Equipo para la Vigilancia de la Calidad de Aguas de Superficie de TNRCC, Austin, Informe GI-252.

CALIDAD DEL SOBRE EL TRAMO DE RÍO BRAVO ENTRE FORT QUITMAN Y PRESA DE LA AMISTAD

Ing. Carlos Israel Sánchez Vázquez[1]

RESUMEN

La Comisión Nacional del Agua opera una Red Nacional de Monitoreo de la Calidad del Agua (RNMCA). El propósito de la RNMCA es medir sistemáticamente la calidad del agua de los diferentes cuerpos de agua del país. Esto permite conocer la evolución de la calidad del agua a través del tiempo y el espacio y a su vez elaborar programas de saneamiento con el fin de mejorar la calidad del agua.

La evaluación de la calidad del agua se hace con base en los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua (CECA), los cuales establecen los límites máximos permisibles (LMP) de contaminantes en cuerpos de agua nacionales; y el Indice de Calidad del Agua (ICA), el cual indica cualitativamente el grado de contaminación del agua.

Para México el rio Bravo es muy importante, ya que sus aguas son aprovechadas como fuente de abastecimiento de agua potable, así como para las diversas actividades económicas que en la región se desarrollan y por su carácter binacional por ser frontera con los Estados Unidos.

La RNMCA tiene establecidas 3 estaciones de monitoreo en el tramo Fort Quitman a presa la Amistad. La calidad del agua de acuerdo con el ICA en los últimos años manifiesta un nivel medio de contaminación, lo cual indica que el uso del agua como fuente de abastecimiento para uso y consumo humano queda condicionada a un tratamiento; sin embargo, no es aceptable para vida acuática y recreación.

De acuerdo con los CECA, los valores de los parámetros, Cloruros, Coliformes Fecales, Grasas y Aceites y Sólidos Disueltos Totales, en los últimos 10 años han mostrado una tendencia a incrementarse, rebasando el LMP para el caso del uso del agua como fuente de abastecimiento de agua potable y riego agrícola.

[1] Ing. Carlos Israel Sánchez Vásquez, Subgerente de Estudios de Calidad del Agua e Impacto Ambiental, Comisión Nacional del Agua, Gerencia de Saneamiento y Calidad del Agua, Av. San Bernabé #549, Col. San Jerónimo Lídice, México, D.F.

ANTECEDENTES

El río Bravo es una frontera natural entre México y EUA, sin embargo desde el punto de vista ambiental, es una zona indivisible: El crecimiento demográfico e industrial observado en los últimos años en la región, ha derivado en un aumento significativo en el consumo del agua y en consecuencia, en mayores volúmenes de aguas residuales que afectan sensiblemente la calidad del recurso, el equilibrio ecológico. La solución de estos problemas ha dado origen a diversos estudios binacionales sobre calidad del agua enmarcados dentro del Tratado de Libre Comercio entre ambos países y en los cuales se han analizado contaminantes tóxicos como metales pesados, y sustancias orgánicas e inorgánicas. Por otro lado la Comisión Nacional del Agua como parte de sus funciones enmarcadas dentro de la Ley de Aguas Nacionales lleva a cabo un monitoreo sistemático de la calidad del agua a través de la Red Nacional de Monitoreo de las principales corrientes del país dentro de las cuales se encuentra el río Bravo esto ha permitido a la CNA identificar los lugares que requieran estudios especiales y/o aumentar el control sobre las descargas de aguas residuales para mantener la calidad del agua adecuada para sus usos específicos y establecer las prioridades para estos estudios y controles, como resultado de lo anterior la el Programa Hidráulico 1995-2000 considera a la cuenca del río Bravo como cuenca prioritaria.

AREA DE ESTUDIO

El presente trabajo abarca el tramo del río Bravo entre Fort Quitman hasta la presa La Amistad, en este tramo, el río atraviesa seis municipios mexicanos, cuatro del estado de Chihuahua y dos del estado de Coahuila, además en esta zona desembocan al río Bravo dos importantes ríos; por la parte mexicana el río Conchos y por la parte norteamericana en el río Pecos, este último alimenta a la presa La Amistad.

La Red Nacional de Monitoreo ha establecido en este tramo cuatro estaciones de monitoreo una sobre la corriente del río Bravo una en la persa La Amistad y una sobre el río Conchos. Las muestras de agua son analizadas en el Laboratorio Regional Norte.

EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA

La calidad del agua puede establecerse con base en sus niveles o concentraciones de substancias químicas u organismos, los cuales deben mantenerse por debajo de sus respectivos umbrales para poder destinar el agua a actividades específicas. La calidad del agua en los cuerpos de agua en general varía continuamente con el tiempo y el espacio, tanto en forma natural como por influencia de las actividades socioeconómicas. Para la evaluación de las variaciones de la calidad del agua la

Comisión Nacional del Agua cuenta con dos herramientas para calificar un cuerpo de agua como apto o no apto para ser destinado a un uso en particular; los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua y el Indice de Calidad del Agua (ICA).

CRITERIOS ECOLOGICOS DE CALIDAD DEL AGUA

Los criterios establecen los niveles permisibles de los parámetros y de las sustancias que se encuentran en el agua, tomando en consideración que, en el país, las condiciones naturales de los cuerpos de agua varían ampliamente en calidad y cantidad, el avanzado deterioro que presentan algunos de estos cuerpos, las condiciones ambientales necesarias para la existencia y desarrollo normal de los organismos en un ecosistema y los diversos efectos que ocasiona la variación de las características físicas, químicas y biológicas del agua entre especies y aun entre individuos de la misma especie, así como los principales usos (Fuente de abastecimiento de agua potable, Recreativo con contacto primario, Riego agrícola, Pecuario y protección de la vida acuática en agua dulce y marina). La comparación de estos criterios ecológicos con la calidad real de los cuerpos de agua permite, identificar la necesidad de establecer programas coordinados de prevención y control de la contaminación del agua, orientados a restaurar la calidad de aquellos cuerpos de agua que muestran signos de deterioro, o bien para proteger a aquellos que actualmente cumplen con las condiciones establecidas en los criterios para su uso específico; determinar la necesidad de rediseñar la red nacional de monitoreo de la calidad del agua, así como identificar los casos en que deberán fijarse condiciones particulares a las descargas de aguas residuales. Los Criterios Ecológicos de calidad del Agua considera un total de parámetros: 127 de los cuales 12 son físicos, 32 inorgánicos, 78 orgánicos 1 microbiológico y 2 radiológicos.

INDICE DE CALIDAD DEL AGUA

Adicionalmente, se cuenta con otra herramienta de evaluación que es el Indice de Calidad del Agua (ICA), el cual indica el grado de contaminación del agua así, agua altamente contaminada tendrá un (ICA) cercano o igual a cero por ciento, en tanto que, el agua en excelentes condiciones el valor del índice será cercano a 100%. Los parámetros que se consideran en el cálculo del (ICA) son 18 (7 físicos, 5 orgánicos 4 inorgánicos y 2 microbiológicos). En la tabla1 se muestra la clasificación de grado de contaminación y su relación con el ICA y con los diferentes usos.

TABLA 1
ESCALA DE CLASIFICACIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA (ICA)

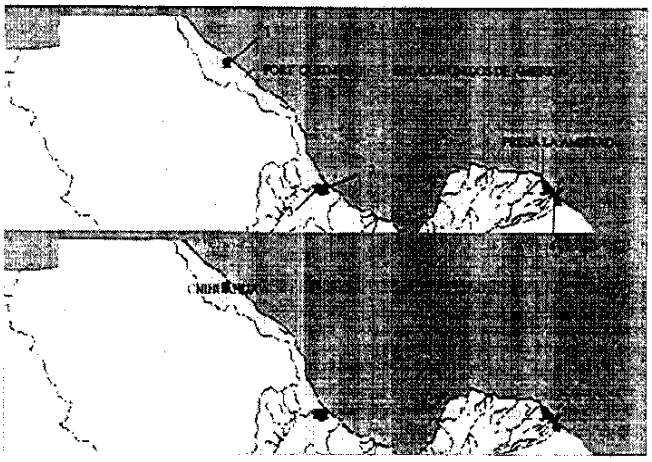
Usos del Agua

ÍNDICE DE CALIDAD %	CRITERIO GENERAL	ABASTECIMIEN-TO PUBLICO	RECREACION GENERAL	PESCA Y VIDA ACUATICA	INDUSTRIAL Y AGRICOLA	NAVE-GACION
100						
90	Excelente	No Requiere Purificación	Aceptable Para Cualquier	Aceptable Para Todos	No requiere Purificación	
80	Aceptable	Ligera Purificación	Deporte Acuático	Los Organismos	Ligera Purificación Para Algunos Procesos	ACEPTABLE
70		Mayor Necesidad				
60	Contaminado	de Tratamiento	Aceptable No Recomendable	Excepto Especies Muy Sensibles	Sin Tratamiento Para la Industria	PARA LA NAVEGACION
50				Dudoso para Especies Sensibles	Normal	
40	Fuertemente Contaminado	Dudoso	Dudoso Contacto con Agua	Solo Organismos Muy Resistentes	Con Tratamiento en la Mayor Parte de la Industria	
30			Sin Contacto con Agua			
20	Inaceptable	No Aceptable	Señal de Contaminación	No Aceptable	Uso Muy Restringido	Contaminado
10			no Aceptable		No Aceptable	No Aceptable
0						

ANÁLISIS DE LA CALIDAD DEL AGUA

Se analizaron cuatro estaciones de La Red Nacional de Monitoreo las cuales se muestran en la FIGURA 1, tres están comprendidas en la zona de estudio y una (estación No. 1) esta fuera, sin embargo se considero como referencia de la calidad del agua que llega al tramo de río que se analizó.

FIGURA 1



En la Tabla 2 se describen brevemente las estaciones consideradas en este trabajo.

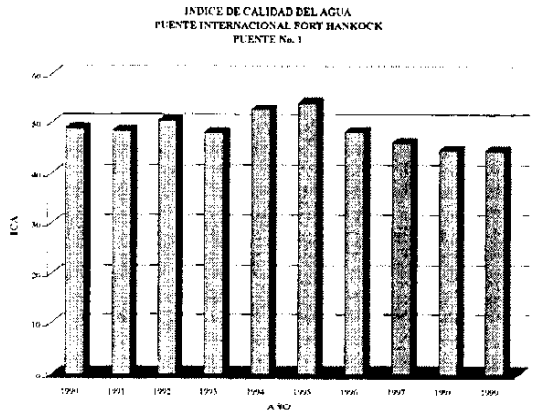
TABLA 2
ESTACIONES DE MONITOREO ANALIZADAS

No. DE ESTACION DE MONITOREO	NOMBRE DE LA ESTACION	CUERPO DE AGUA	INICIO
1	Puente Internacional Fort Hankock	río Bravo	1987
2	Puente Presidio	río Bravo	1975
3	Puente Ojinaga	río Conchos	1975
4	Cortina de la presa La Amistad	presa La Amistad	1976

Para poder establecer las condiciones actuales que guarda en materia de calidad del agua el río Bravo en este tramo, se hizo el análisis con base en el Indice de Calidad del Agua y se complemento haciendo una comparación de los parámetros de calidad de cada estación con los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua.

En las figuras siguientes se presentan los valores promedios anuales del ICA para las estaciones descritas

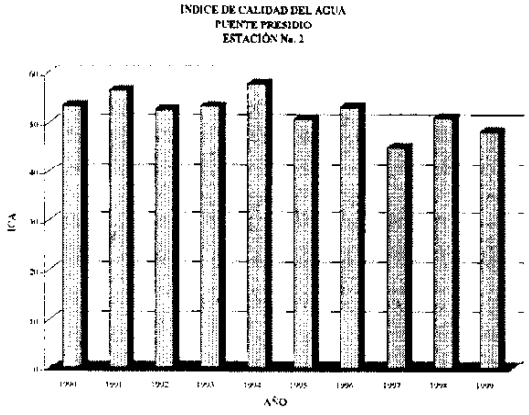
PUENTE INTERNACIONAL FORT HANKOCK (SOBRE EL RÍO BRAVO)



En esta estación el Indice de Calidad del Agua a oscilado entre 44 y 54 que de acuerdo a Escala de Clasificación de la Calidad del Agua esta agua en este periodo de tiempo ha sido aceptable pero no recomendable para uso recreativo, apta para pesca y vida acuática excepto para especies muy sensibles y apta para riego agrícola e industrial.

De acuerdo a los CECA los parámetros problema para los diferentes usos son: Para riego agrícola; cloruros, coliformes fecales, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales, para fuente de abastecimiento de agua potable; coliformes fecales, Grasas y aceites, fosfatos disueltos, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales, sólidos totales y sustancias activas al azul de metileno (detergentes), para uso recreativo con contacto primario y protección de la vida acuática; coliformes fecales.

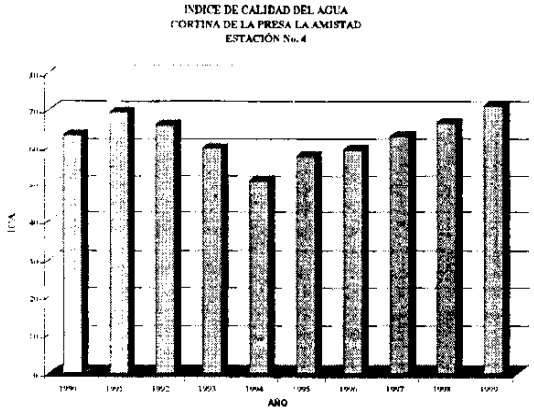
PUENTE PRESIDIO (SOBRE EL RÍO BRAVO)



En esta estación sucede una situación similar a la estación anterior ya que el Indice de Calidad del Agua a oscilado entre 45 y 57 y de acuerdo a Escala de Clasificación de la Calidad del Agua esta agua en este periodo de tiempo ha sido aceptable pero no recomendable para uso recreativo, apta para pesca y vida acuática excepto para especies muy sensibles y apta para riego agrícola e industrial.

De acuerdo a los CECA los parámetros problema para los diferentes usos son: Para riego agrícola; cloruros, coliformes fecales, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales y sulfatos, para fuente de abastecimiento de agua potable; coliformes fecales, Grasas y aceites, fosfatos disueltos, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales y sulfatos, para uso recreativo con contacto primario y protección de la vida acuática; coliformes fecales.

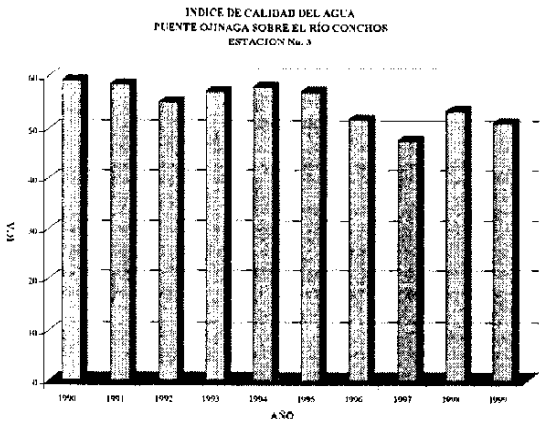
CORTINA DE LA PRESA LA AMISTAD



En esta estación el Indice de Calidad del Agua a oscilado entre 51 y 71, teniendo en los últimos años los valores mas altos del ICA, de acuerdo a Escala de Clasificación de la Calidad del Agua esta agua en este periodo de tiempo ha sido aceptable para abastecimiento público con tratamiento, aceptable para uso recreativo, apta para pesca y vida acuática y apta para riego agrícola y uso industrial.

De acuerdo a los CECA los parámetros problema para los diferentes usos del agua de la presa son: Para riego agrícola; conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales, para fuente de abastecimiento de agua potable; sólidos disueltos totales.

PUENTE OJINAGA SOBRE EL RÍO CONCHOS



En esta zona el río Conchos es el principal afluente del lado mexicano, en esta estación Indice de Calidad del Agua a oscilado entre 47 y 59 y de acuerdo a Escala de Clasificación de la Calidad del Agua esta agua en este periodo de tiempo ha sido aceptable pero no recomendable para uso recreativo, apta para pesca y vida acuática excepto para especies muy sensibles y apta para riego agrícola e industrial.

De acuerdo a los CECA los parámetros problema para los diferentes usos son: Para riego agrícola; coliformes fecales, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales, para fuente de abastecimiento de agua potable; coliformes fecales, Grasas y aceites, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales y sólidos totales, para uso recreativo con contacto primario y protección de la vida acuática; coliformes fecales.

FUENTES DE CONTAMINACIÓN

Las principales fuentes de contaminación del río Bravo y su principal afluente mexicano en el tramo que se esta analizando son las descargas de origen municipal, lo que concuerda con los parámetros que rebasaron los criterios ecológicos de calidad del agua; Los cloruros, coliformes fecales, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales, grasas y aceites, fosfatos disueltos y sustancias activas al azul de metileno (detergentes) ya que éstos tienen su origen en este tipo de descargas.

Actualmente la Comisión tiene registradas un total de 20 descargas de aguas residuales, de éstas, 15 descargan directamente al cause del río Bravo, las 15 descargas vierten un total de, 26 003.74 m^3/día y una carga medida como DBO de 6.05 ton/día, así mismo 6 cuentan con condiciones particulares de descarga. Cabe

mencionar que 3 descargas son de origen municipal y corresponden a tres poblaciones de mas de 2500 habitantes, el volumen diario descargado es de 25 789 m^3 y una carga diaria medida como DBO de 5.7 toneladas. Las 12 descargas de aguas residuales restantes corresponden a descargas de origen no municipal, principalmente de hospitales y servicios estas descargas representan un volumen diario al río de 214.74 m^3 y una carga diaria medida como DBO de 75 Kg.

TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Se tienen en la zona un total 3 plantas de tratamiento de aguas residuales en operación con un gasto de diseño 222 l/s y un gasto de operación de 204 l/s con lo cual se trata solo el 0.075% de las aguas residuales municipales.

CONCLUSIONES

En esta estación sobre el río Bravo el Indice de Calidad del Agua a oscilado entre 44 y 57 que de acuerdo a Escala de Clasificación de la Calidad del Agua esta agua en el periodo de los últimos 10 años ha sido, apta para pesca y vida acuática excepto para especies muy sensibles y apta para riego agrícola e industrial. De acuerdo a los CECA los parámetros problema para los diferentes usos son: Para riego agrícola; cloruros, coliformes fecales, conductividad eléctrica, sólidos disueltos totales, sólidos suspendidos totales y sulfatos, para fuente de abastecimiento de agua potable; coliformes fecales, Grasas y aceites, fosfatos disueltos, sólidos disueltos totales y sólidos suspendidos totales y sulfatos, para uso recreativo con contacto primario y protección de la vida acuática; coliformes fecales.

El principal impacto en la calidad del agua del río Bravo en este tramo, lo constituyen las descargas de aguas residuales de origen municipal.

Por otra parte se tiene una muy baja cobertura en cuanto al tratamiento de aguas residuales municipales con menos del 1%.

DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES ACTUALES DEL HÁBITAT RIPARIO DENTRO DEL ÁREA DE PROTECCIÓN DE FLORA Y FAUNA MADERAS DEL CARMEN, TRAMO "OJO CALIENTE – LA LINDA, COAH."

Carlos A. Sifuentes L. [1]
Armando Giner Cerros

RESUMEN

El Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Coah., decretada como tal el 7 de Noviembre de 1994, contiene como parte de su límite Norte, una porción del Río Bravo estimada en 53 km. Esta sección de gran belleza escénica, debido al Cañón de Boquillas, representa un eslabón importante del corredor biológico formado entre las montañas del "Caballo Muerto" y la "Sierra del Carmen", en el que múltiples y variadas formas de vida se intercomunican entre dos Áreas Naturales Protegidas; Parque Nacional Big Bend en Estados Unidos y Maderas del Carmen en México.

El presente estudio analiza diferentes parámetros propios de los aspectos físicos y biológicos del ambiente ripario de esta sección del Río Bravo, con el fin de mantener un patrón confiable en la medición de la calidad del afluente y sus posibles impactos por agentes naturales y no naturales. De esta manera, los parámetros utilizados calificaron los impactos por erodabilidad, estabilidad y calidad de la cubierta vegetal en los bancos del afluente, debido al pisoteo de ganado doméstico, fauna silvestre, actividad humana o maquinaria, así como las posibles fuentes definidas y no definidas de impacto o contaminación provenientes del corredor adjunto al afluente o bien de su cuenca inmediata.

Durante este trabajo de diagnóstico y monitoreo, se detectaron tres actividades principales que afectan invariablemente las condiciones de calidad de hábitat del afluente; la ganadería, la actividad forestal no maderable de corta y quema de candelilla (Euphorbia antisiphyllitica) y en menor grado, la actividad recreativa, las cuales actúan en diferente frecuencia y medida a lo largo de esta sección de río, conforme las características de accesibilidad y topografía lo permiten, sin embargo debido a la procedencia y origen de estas actividades, los bancos del lado mexicano han sufrido un mayor impacto en cuanto a su estabilidad, preferentemente en los sitios más cercanos a centros de población rural. No obstante, los factores cubierta vegetal y calidad de la vegetación, han demostrado

[1] Carlos A. Sifuentes L. Subdirector del Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, Coah. SEMARNAP – INE. Juan Bautista Escorza 383. Urdiñola. Saltillo, Coah. Mex. Tel/Fax: (8) 4105714. maderas@interclan.net

una marcada diferencia entre ambos lados del afluente, en los que se encontraron un mayor número de especies remanentes de hábitos riparios en las orillas del lado mexicano como el fresno, sauce, jaboncillos y álamo, formando pequeños grupos o bien como individuos aislados. Por otro lado, la presencia de organismos exóticos como el Tamarix, el Carrizo (Arundo donax) y el Coypú, se han dispersado a lo largo de este corredor, modificando sus condiciones naturales e imponiendo nuevas formas de adaptación al medio ripario.

Bajo este contexto, es necesario contemplar acciones de manejo de las fuentes de impacto, así como proyectos de restauración y monitoreo permanente de aquellas zonas con grados de impacto sobresaliente, en los que las comunidades rurales y el personal del Área de Protección compartan responsabilidades que coadyuven al cumplimiento de los objetivos de conservación de esta zona natural sobresaliente Río Bravo.

INTRODUCCIÓN

El Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen, decretada el 7 de Noviembre de 1994, forma parte del conjunto de Areas Naturales Protegidas piloto del Programa "Áreas Naturales Protegidas de México 1995 – 2000" de la Secretaría de Medio Ambiente Recursos Naturales y Pesca.

En dicho decreto, se justifica su creación como una estrategia para conservar los valores naturales de una región en la que actualmente existen organismos de gran importancia biológica y también por formar parte de un corredor natural a través del cual se desplazan numerosas especies de animales y se dispersan diversas especies de plantas, otras, como el Halcón Peregrino y el Castor, han encontrado un refugio relativamente seguro. En esta región de grandes contrastes donde predominan los matorrales desérticos, pastizales y bosques de coníferas en las partes altas de las montañas, también se encuentra un ecosistema no menos importante que le da forma al límite Norte del Área de Protección y además, forma parte de la frontera Norte entre Estados Unidos y México; el Río Bravo.

Esta sección de río contenida en el Área de Protección, además de sus valores naturales, biológicos y escénicos, contiene comunidades rurales y propiedades particulares que desarrollan actividades productivas a lo largo del río, viendo en él una fuente de recursos necesarios para su propia subsistencia. Estas actividades de uso tradicional se han venido desarrollando en la región después del auge minero y desafortunadamente han generado diferentes impactos en los recursos del hábitat ripario.

Es por esta razón que el Programa de Manejo de dicha Área Natural, ha considerado ubicar a esta sección como una zona especial de manejo la cual ha denominado Zona Natural Sobresaliente Río Bravo. En él, se establecen los

mecanismos de ordenamiento y manejo para llevar a cabo acciones de conservación, en las que las comunidades rurales y el personal del Área de Protección compartan responsabilidades que permitan al final, cumplir con los objetivos de Conservación de los diferentes componentes de esta Área Natural Protegida.

Los objetivos de este proyecto de son:

Establecer un patrón confiable de medición de la calidad del hábitat ripario, evaluar los impactos derivados por agentes naturales y no naturales del sistema y proponer mecanismos de manejo, restauración y conservación.

DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

El Área de Protección de Flora y Fauna "Maderas del Carmen", se encuentra localizada en el extremo Noroeste del estado de Coahuila, en la frontera con el estado de Texas, en los Estados Unidos, muy próxima al límite con el estado de Chihuahua. La parte Norte y Noroeste del área está limitada por el río Bravo, donde colinda con el Parque Nacional Big Bend, al Oeste y al Sur por la carretera Melchor Múzquiz - Boquillas del Carmen y al Este por el camino de terracería El Melón - La Linda. Tiene una superficie total de 208,381 has. Políticamente forma parte de los municipios de Ocampo, Acuña y Múzquiz. (SEMARNAP – INE, 1997).

La zona de manejo correspondiente al Río Bravo, representa el límite Norte del Área de Protección. Esta sección se extiende desde la Comunidad de Boquillas del Carmen en la parte Noroeste y continua en dirección Noreste cruzando el Cañón de Boquillas por espacio de 28 km, hasta el ejido Melchor Múzquiz, límite del Área Protegida. La longitud total de esta sección es de aproximadamente 50 km. y se desarrolla a una altitud menor a los 700 msnm.

De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1978), se considera del tipo Muy Seco (BW), Subtipo Muy Seco Semicálido con escasas lluvias todo el año (BW hw (x')). Este comprende las áreas más bajas y tendidas de las sierras, en terrenos generalmente más bajos a los 1000 m, con suelos típicos de zonas áridas. Las temperaturas se caracterízan por tener una fuerte variación de hasta 14 ° C, entre las registradasen los meses más cálidos y el mes más frío. Las escasas precipitaciones pluviales que se promedian anualmente son de 100 a 200 mm., para las partes más bajas localizadas al Noroeste de la Sierra del Carmen.

De acuerdo a su característica de Zona Natural Sobresaliente, presenta un estado de conservación de regular a excelente, en la que pueden apreciarse evidencias

del aprovechamiento de los recursos, pero es notable la recuperación de la cubierta vegetal, por lo que las especies propias de la unidad son abundantes.

Debido a las condiciones naturales y de tenencia de la tierra, actualmente el uso que se le da a los recursos naturales es eventual, como por ejemplo, el pastoreo de animales domésticos durante la temporada de sequía, animales fuera de control, quema de candelilla y recreación.

Los usos propuestos para estas zonas son investigación científica, educación, el desarrollo restringido de actividades productivas y la recreación, esta última dentro de un esquema de desarrollo mínimo, que solo permita el establecimiento temporal de campamentos, de preferencia, utilizando técnicas de campismo de bajo impacto. En el caso particular del afluente, la pesca deportiva y de autoconsumo se permite bajo ciertas restricciones, (SEMARNAP – INE, 1997).

METODOLOGÍA

Selección de las Secciones

En el presente trabajo se reconocieron tres secciones diferentes a lo largo del tramo del Río Bravo monitoreado, las cuales se seleccionaron en función de las características topográficas, los factores físicos o morfológicos del afluente y la presencia de actividades humanas, por lo que se decidió tomar como sección 1, al tramo entre el paraje denominado "ojo caliente", localizado a una distancia de 1.5 km., río arriba de la comunidad de Boquillas del Carmen, Coah., y 1.5 km., antes de la entrada al Cañón de Boquillas; esto debido a que las condiciones de topografía se mantienen constantes, además de que se cubre perfectamente con la influencia de actividades de la misma comunidad rural.

La segunda sección comprende prácticamente todo el interior del Cañón de Boquillas, en el que por su condición de cañón mantiene condiciones diferentes con respecto a la sección que la precede. Finalmente, la última sección se ubicó desde el desemboque del Cañón de Boquillas, hasta 3.5 km., antes del puente "Gerstacker" en La Linda, viendo en este tramo condiciones similares entre sí en cuanto a características topográficas y problemática y diferentes con respecto a las otras secciones.

Ubicación y Evaluación de los Sitios de Muestreo

La selección de los sitios de muestreo atendió a la referencia topográfica "Guía del Río", manual publicado por el Parque Nacional Big Bend, en donde se muestra la sección del río cada milla (1.6 km.). De esta manera se identificó en el terreno cada una y se tomaron como "sitios de muestreo".

En cada sitio seleccionado se levantaron datos de evaluación de diferentes parámetros propios del ambiente ripario, de manera perpendicular al cauce, evaluando primero los bancos y posteriormente el corredor.

Los sitios seleccionados se evaluaron en tres ocasiones diferentes en base a los criterios que se describen a continuación:
1. Bancos del Afluente: Corresponde a la proporción de terreno inmediatamente adyacente a la huella normal del cuerpo de agua, considerando hasta una distancia menor a 5 m. Para su evaluación se consideró el siguiente índice:

- Daños por Uso: Registra el porciento de daños por pisoteo de ungulados (vacas, caballos, cabras), actividades humanas y maquinaria.

A). Banco usado o ligeramente usado. Reciben de 0 a 20 % de daños. Uso parcial o no evidente, pastoreo ligero, bancos no erosionados, vegetación en o cerca de la condición natural.

B). Banco con daño moderado. Reciben del 20 al 40 % de daños, erosión evidente, menos de la mitad del potencial vegetativo bajo condiciones naturales.
C). Banco con alto daño. Reciben del 40 al 60 % de daños, erosión y escurrimientos estacionales, pastoreo no permite la recuperación de biomasa.

D). Banco con muy alto daño. Reciben del 60 al 80 % de daños. Erosión severa y escurrimientos que descargan al afluente. Sistema radicular y biomasa dañados.

E). Banco con daño excesivo. Reciben del 80 al 100 % de daños. Erosión constante, sin vegetación o poco evidente sin recuperación.

- Estabilidad: Registra el porciento de fragilidad de los bancos en base al potencial de erodabilidad por causas naturales o inducidas.

A). 0 al 20 % - Bancos estables, sin alteración por escurrimientos, ganado doméstico maquinaria u otros factores.

B). 20 al 40 % - Bancos estables pero empiezan a ser alterados a lo largo del transecto. Erodabilidad mínima evidenciable.

C). 40 al 60 % - Bancos con alteración moderada. Al menos el 50 % del banco bajo condición natural. Alteración natural o inducida.
D). 60 al 80 % - Mantienen mayor alteración al anterior. Menos del 50 % del banco bajo condición estable. Alteración natural, inducida o combinación de ambas.

E). 80 al 100 % - Bancos con severa alteración . Menos del 25 % bajo condición estable. Más del 75 % del banco es falso y erosionado.

- Cobertura: Define el tipo de cubierta vegetal en los bancos y corredores, en base al tipo de especies de galería capases de retener suelo y mantener la estabilidad de los mismos.

A). Matorral – Bancos dominados por especies de los géneros Alder, Populus, Salix, platanus, carya, quercus, taxodium, etc., hierbas altas y gramíneas.

B). Bosque – Bancos dominados por estrato arbóreo de los géneros Pinus, Juníperus, quercus, con sombreado permanente y moderado crecimiento de hierbas y arbustos.

C). Herbáceo – Bancos dominados por gramíneas altas en combinación con arbustos.

D). Vegetación dispersa no leñosa (gramíneas y malezas).

E). Sin vegetación, banco expuesto (suelo o roca).

2. Corredor del Afluente: Franja de terreno paralelo al cauce, con propiedades de soporte de todo afluente, definido para este caso con un ancho de hasta 100 m.

- % de Arbolado. Considera la distribución de árboles y arbustos a lo largo del corredor.

A). 80 a 100 %

B). 60 a 80 %

C). 40 a 60 %

D). 20 a 40 %

E). Menos de 20 %

- Franja Mínima arbolada. Define el ancho mínimo en metros de la vegetación dispuesta a lo largo de la franja de 100 m., del corredor.

A). 80 a 100 m.

B). 60 a 80 m.

C). 40 a 60 m. *D).* 20 a 40 m.

E). Menos de 20 m.

- Calidad de la Vegetación. Parámetro que refleja la composición y estructura de los diferentes tipos de vegetación en base a su capacidad por prevenir escurrimientos.

A). Composición densa de árboles, arbustos y hierbas.

B). Compuesto por árboles maduros dispersos e inmaduros y hierbas que prevengan escurrimientos superficiales.

C). Sin composición de árboles y arbustos, pero con cobertura herbácea que prevenga escurrimientos superficiales.
D). Compuesto por poca vegetación herbácea incapaz de prevenir escurrimientos.

E). Sin vegetación.

3. Usos del Suelo en la Cuenca. Identifica las principales actividades que se desarrollan dentro de la cuenca de mayor influencia al afluente y califica su potencial de impacto en base a los siguientes criterios.

A). Potencial de impacto Muy Alto. *B).* Potencial de impacto Alto.

C). Potencial de impacto Moderado. *D).* Potencial de impacto Bajo.

E). Nulo impacto.
Estos formatos de evaluación describen diferentes condiciones del ambiente ripario en base a un índice de cinco opciones de calificación, en la que la opción de menor calidad podrá obtener un máximo de dos puntos, aumentando a intervalos de cada dos puntos, hasta llegar a obtener una calificación máxima de 10 puntos para la mejor opción. Cabe la posibilidad de calificar números impares intermedios entre cada opción según la tendencia de cada situación. Una vez calificados los parámetros, su sumatoria determina el valor "Total Actual" de cada uno y se cotejará con la mejor calificación "Total Esperado" de cada sitio. La proporción entre estos dos valores determinará el "% de Impacto" y el "% de Calidad", (Knotts, 1978).

El equipo utilizado durante el trabajo de campo fue:

- Canoa
- Equipo de seguridad
- Cinta métrica
- Cinta fosforescente
- Brújula
- Formatos de evaluación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Descripción de las Secciones

Sección 1: Esta sección mide aproximadamente 6.5 km, es característica de terrenos planos y lomeríos en los que el flujo del río es lento, predominan extensiones anchas y poco profundas. La vegetación se distribuye hasta una longitud de 60 a 80 m., de manera perpendicular al cauce de acuerdo a la influencia del agua sobre el suelo desarrollado.

Las actividades humanas que tienen lugar en esta sección son la ganadería de libre pastoreo, la extracción de leña, la recreación y en general las actividades humanas de la comunidad rural de Boquillas del Carmen en México, así como la actividad turística en el Parque Nacional Big Bend.

Sección 2: La segunda sección tiene una longitud aproximada de 28 km., y se caracteriza por ser un terreno accidentado debido a que el afluente cruza el Cañón de Boquillas. En esta sección, el flujo de agua es más rápido que en la anterior sección y en general un poco menos ancho. La vegetación se desarrolla escasamente en los bancos del afluente y pocas veces llega a pasar los 40 m., de manera perpendicular al cauce.

Las actividades humanas siguen presentes como la ganadería y recreación aunque con menor intensidad. La actividad forestal realizada es la extracción y quema de candelilla de manera temporal en algunos puntos de esta sección.

Sección 3: Tiene una longitud de aproximadamente 8 km., y se caracteriza por terrenos planos con lomerios, flujo lento y secciones anchas de cauce, muy similares a la sección uno. La vegetación aunque potencialmente puede ser abundante en los bancos y corredor, se desarrolla en parches intermitentes a lo largo del afluente.

Las actividades humanas que se desarrollan son las mismas a las dos secciones anteriores, sin embargo el manejo del ganado y la actividad forestal de quema de candelilla varían en intensidad y frecuencia en el radio de influencia del ejido Melchor Múzquiz. Cabe mencionar que la parte izquierda del cauce perteneciente a Estados Unidos, está dividida en dos diferentes tipos de régimen de propiedad; una como Parque Nacional y la parte final como propiedades privadas dedicadas a la ganadería.

REGISTROS DE CALIFICACIÓN DEL HÁBITAT RIPARIO

Bancos del Afluente

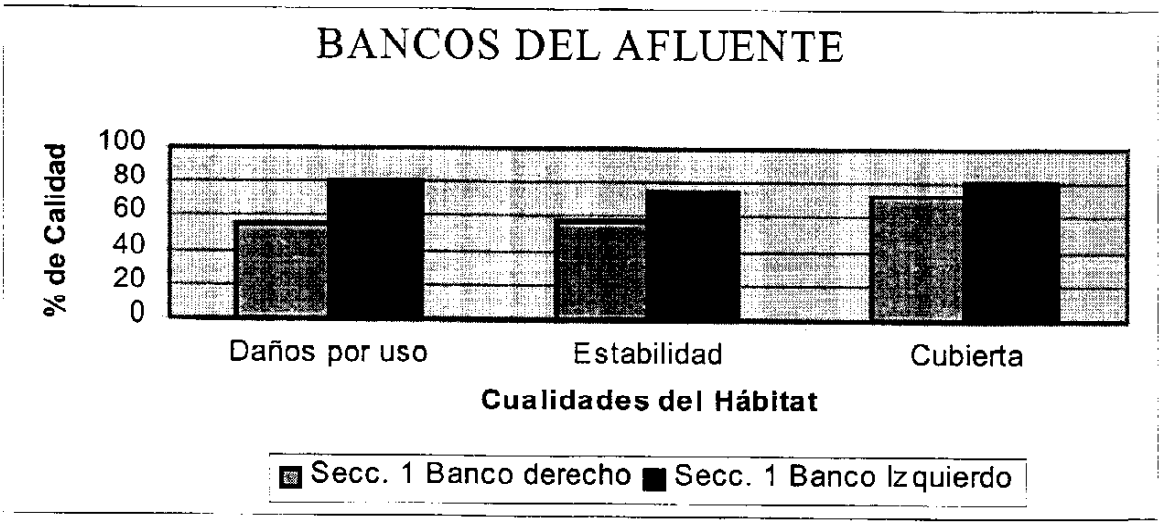
Sección 1. Ojo Caliente – La Boquilla Oeste

Banco Derecho

CUALIDADES	SITIOS DE MUESTREO				TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMPACTO %	CALIDAD %
	1	2	3	4				
Daños por uso	10	4	4	4	22	40	45	55
Estabilidad	8	3	6	6	23	40	42.5	57.5
Cubierta	8	6	8	9	29	40	27.5	72.5

Banco Izquierdo

CUALIDADES	SITIOS DE MUESTREO				TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMPACTO %	CALIDAD %
	1	2	3	4				
Daños por uso	10	6	8	8	32	40	20	80
Estabilidad	8	6	8	8	30	40	25	75
Cubierta	4	8	10	10	32	40	20	80



Sección 2. La Boquilla Oeste – La Boquilla Este

Banco Derecho

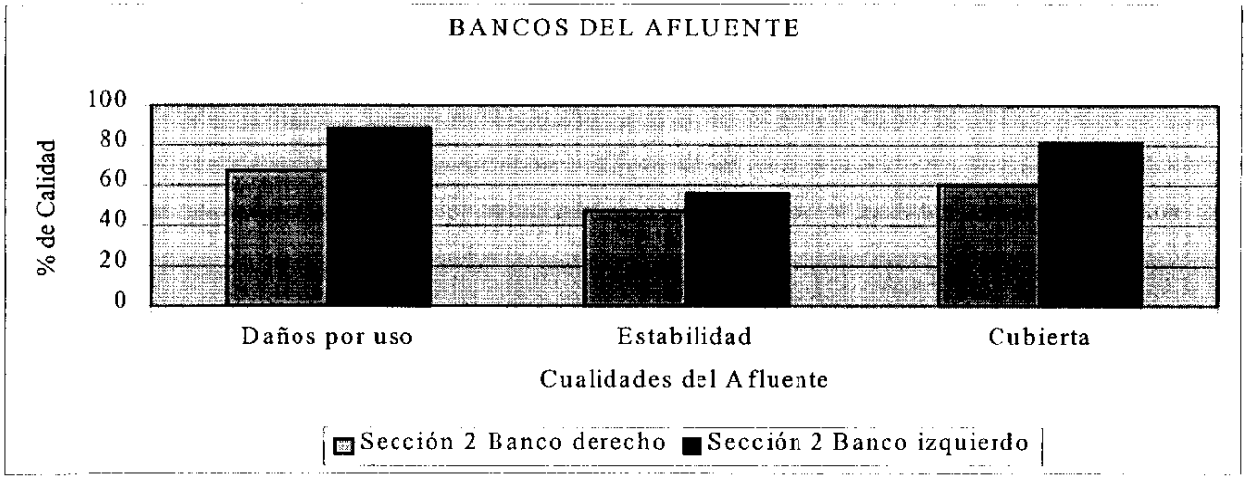
CUALIDAD	SITIOS DE MUESTREO 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP %	CAL %
Daños por uso	8	5	7	6	7	2	8	6	3	2	10	8	10*	8	10	7	107	160	33.2	66.8
Estabilidad	6	6	3	4	4	3	6	4	4	4	6	6	2*	5	6	6	75	160	53.1	46.9
Cubierta	6	4	6	7	6	2	8	3	3	2	10	6	10*	6	10	7	96	160	40	60

* Bancos estables formados por reliz de roca

Banco Izquierdo

CUALIDAD	SITIOS DE MUESTREO 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP %	CAL %
Daños por uso	5	10	10	10	10	8	6	10	10	10	8	8	8	8	10	10	141	160	11.9	88.1
Estabilidad	3	10*	10*	8*	10*	8*	4	10	8	10	8	8*	7	6	10	10*	89	160	44.3	55.6
Cubierta	4	6	6	4	2*	5	6	6	6	6	6	2	5	3	6	6	130	160	18.8	81.2

* Bancos estables formados por reliz de roca donde la erosión es de tipo natural



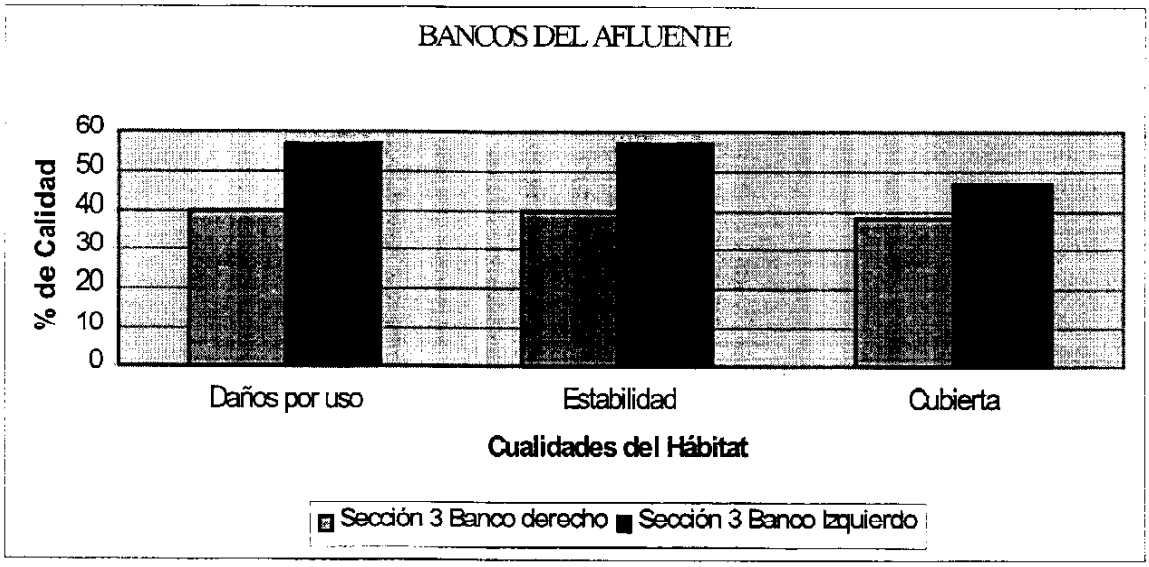
Sección 3 La Boquilla Este -- La Linda

Banco Derecho

CUALIDADES	SITIOS DE MUESTREO						TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP. %	CAL. %
	1	2	3	4	5	6				
Daños por uso	3	5	4	2	5	5	24	60	60	40
Estabilidad	3	6	4	3	2	6	24	60	60	40
Cubierta	2	6	4	2	3	6	23	60	61.6	38.3

Banco Izquierdo

CUALIDADES	SITIOS DE MUESTREO						TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP. %	CAL. %
	1	2	3	4	5	6				
Daños por uso	8	6	2	4	8	6	34	60	43.3	56.6
Estabilidad	8	8	2	4	6	6	34	60	43.3	56.6
Cubierta	6	6	2	4	6	4	28	60	53.3	46.6



En la sección 1, tal como lo demuestra la gráfica, existen marcadas diferencias entre las diferente cualidades daños por uso, estabilidad y cubierta vegetal para cada uno de los bancos del afluente. Esta discrepancia es debido a la intensa actividad humana de la comunidad de Boquillas del Carmen sobre esta corta sección en donde solo se hicieron cuatro sitios de muestreo, por lo que las actividades de ganadería y recreación mal ordenadas están impactando casi a un 50 % a los bancos derechos y en menor grado a los bancos izquierdos. Por otro lado, en esta sección también se encontraron algunas fuentes definidas de contaminación como basureros y construcciones.

El comportamiento de los factores durante la sección 2 evidencia un marcado aumento en las calidades de Daños por uso y Cubierta, con respecto a la sección anterior, así como un decremento en la estabilidad de los bancos de ambos lados. Esta sección en general denota una mayor fragilidad de los bancos que están sometidos en gran parte a la erosión natural del cauce dentro del Cañón de Boquillas durante la temporada de crecientes.

Es importante mencionar que si bien el origen o procedencia de las principales fuentes de impacto, aunque temporalmente, provienen del lado mexicano, también éste ofrece mejores condiciones para que se lleven a cabo dichas actividades. En el trabajo de campo, se identificaron 20 playas que demuestran la entrada de arroyos temporales provenientes del lado mexicano hacia el cauce del Río Bravo, con respecto a casi la mitad del lado de Estados Unidos. Estas playas amplias permiten al afluente tener sitios potenciales para el pastoreo y descanso de ganado doméstico, así como para las actividades recreativas fuera del río. Aunado a esto, se han encontrado que la mitad de los sitios muestreados en esta sección, son característicos de bancos con reliz con roca aflorante, lo que dificulta aún más el establecimiento de estas dos actividades identificadas como potencialmente impactantes.

Con respecto a la sección 3, es evidente el decremento de los parámetros evaluados, con respecto a su sección similar número 1, con respecto a los daños por uso, la alta concentración de ganado en la zona riparia es mayor que en la sección 1 y también diferente en cuanto a su manejo debido a la presencia de ranchos particulares en el lado de Estados Unidos, influencia de las operaciones mineras en la linda y el ejido Melchor Múzquiz en el lado maxicano. Esta misma condición altera altera el factor estabilidad y como consecuencia la calidad de la cubierta vegetal decrece.

Corredor del Afluente

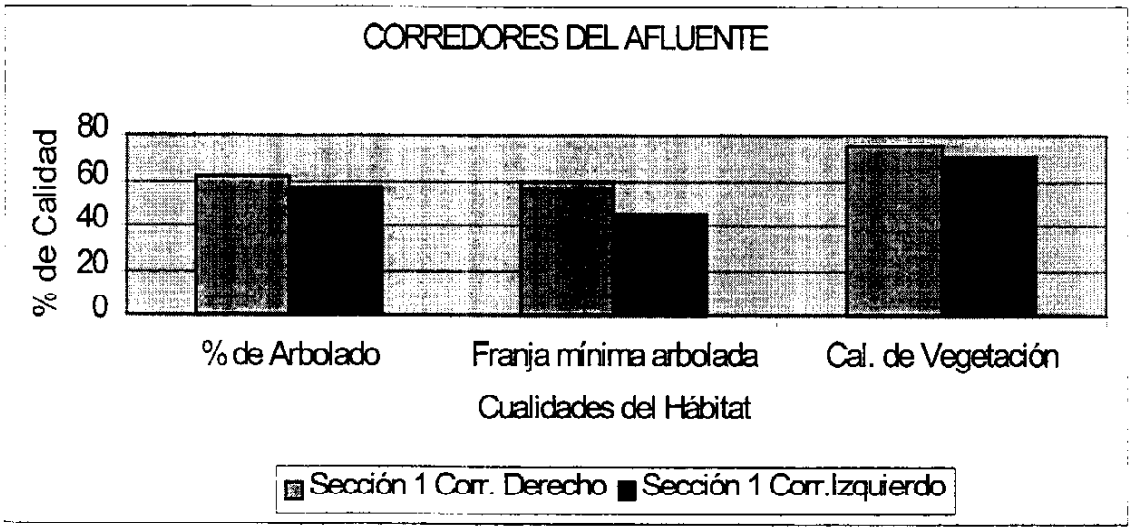
Sección 1. Ojo Caliente – La Boquilla Oeste

Corredor Derecho

CUALIDADES	SITIOS DE MUESTREO 1	2	3	4	TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP. %	CAL. %
% Arbolado	8	5	4	8	25	40	37.5	62.5
Franja mínima	4	10	6	4	24	40	40	60
Calidad vegetación	8	8	4	10	30	40	25	75

Corredor Izquierdo

CUALIDADES	SITIOS DE MUESTREO 1	2	3	4	TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP. %	CAL. %
% Arbolado	6	7	2	8	23	40	42.5	57.5
Franja Mínima	2	8	4	4	18	40	55	45
Calidad vegetación	4	8	6	10	28	40	30	70



Sección 2. La Boquilla Oeste – La Boquilla Este

Corredor Derecho

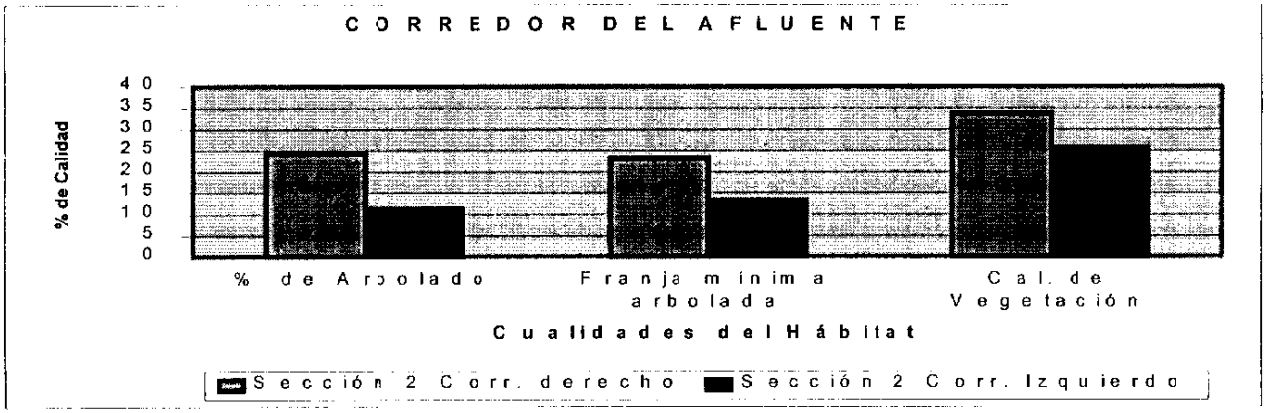
CUALIDAD	SITIOS DE MUESTREO 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP %	CAL %
% Arbolado	-	2	3	3	4	2	-	2	3	2	-	2	2	6	2	6	39	160	75.6	24.3
Franja mínima	-	2	2	4	3	2	-	2	4	2	-	2	2	4	6	6	37	160	76.8	23.1
Calidad vegetación	-	4	4	4	4	2	-	3	2	3	-	5	2	7	8	6	54	160	66.3	33.7

- Ausencia de corredor

Corredor Izquierdo

CUALIDAD	SITIOS DE MUESTREO 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL ACTUAL	TOTAL POSBLE	IMP %	CAL %
% Arbolado	2	-	-	-	-	-	-	5	-	4	4	-	-	-	3	-	-	-	18	160	88.75	11.25
Franja mínima	2	-	-	-	-	-	-	3	-	6	4	-	-	-	6	-	-	-	21	160	86.88	13.12
Calidad vegetación	4	-	2	2	2	-	-	6	-	7	6	-	-	-	7	3	-	2	41	160	74.4	25.6

- Ausencia de corredor



Sección 3. La Boquilla Este -- La Linda

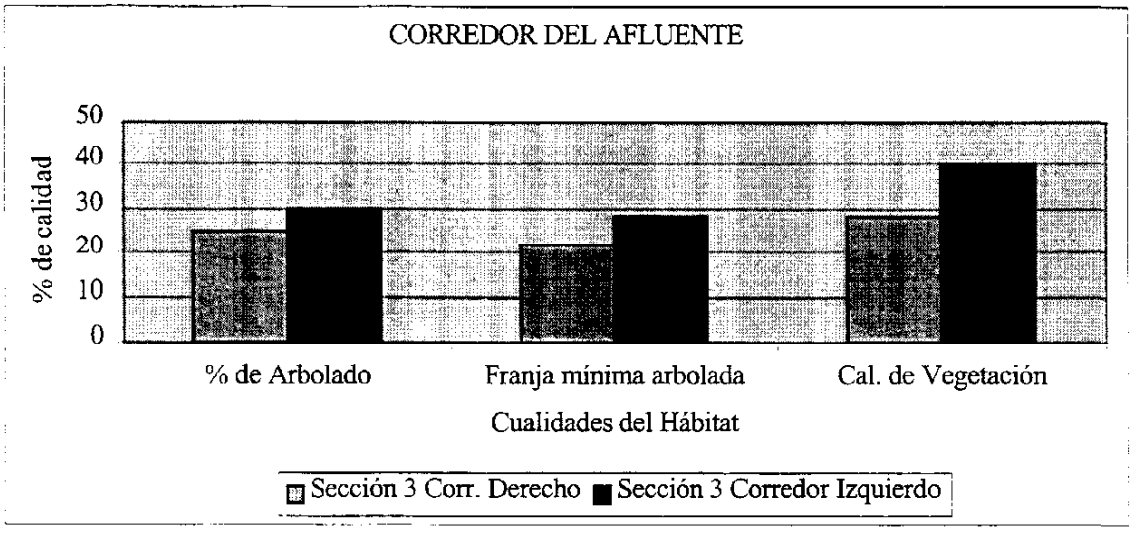
Corredor Derecho

CUALIDADES	SITIOS DE MUESTREO						TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP %	CAL %
	1	2	3	4	5	6				
% Arbolado	3	2	2	2	2	4	15	60	75	25
Franja mínima	2	2	2	3	2	2	13	60	78.3	21.7
Calidad vegetación	3	2	2	4	2	4	17	60	71.6	28.3

Corredor Izquierdo

CUALIDADES	SITIOS DE MUESTREO						TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP %	CAL %
	1	2	3	4	5	6				
% Arbolado	4	2	2	2	4	4	18	60	70	30
Franja mínima	4	2	2	2	3	4	17	60	71.6	28.4
Calidad vegetación	4	2	2	4	6	6	24	60	60	40

En términos generales, el corredor del afluente durante la sección 1 denota una baja producción de arbolado. En el Banco Derecho, las condiciones de suelo desarrollado en el corredor derecho, son mejores que en el lado izquierdo, sin embargo la presión de actividades humanas también lo es.



Con respecto al corredor izquierdo este se caracterizó por terrenos planos y lomeríos con suelos someros y pedregosos, en algunas partes con materal parental expuesto.

Durante la sección 2, es notable una disminución del arbolado en el corredor con respecto a la sección anterior, debido al poco corredor formado por las paredes del Cañón de Boquillas. En esta sección, el corredor disponible es el formado por playas amplias y entradas de pequeños afluentes al río, por lo que esta condición es más apreciable en el corredor derecho.

En la sección 3, también es evidente la baja producción de arbolado en el corredor con respecto a su similar sección 1. De manera general, esto es debido a la fuerte presión de pastoreo y demás actividades, pero con la diferencia de que el corredor izquierdo mantiene una mayor calidad con respecto al derecho. Es importante mencionar que la mitad de esta sección en el corredor izquierdo, pertenece a propiedades privadas con actividad ganadera, por lo tanto la diferencia de manejo entre ambos lados es evidente a lo largo de los corredores.

A continuación se presentan los registros sobre el factor Usos del suelo en la Cuenca, demostrando los tipos e intensidades de impacto de cada una de las actividades detectadas para cada sección.

Factor Usos del Suelo

Sección 1. Ojo Caliente – La Boquilla Oeste

Cuenca Derecha

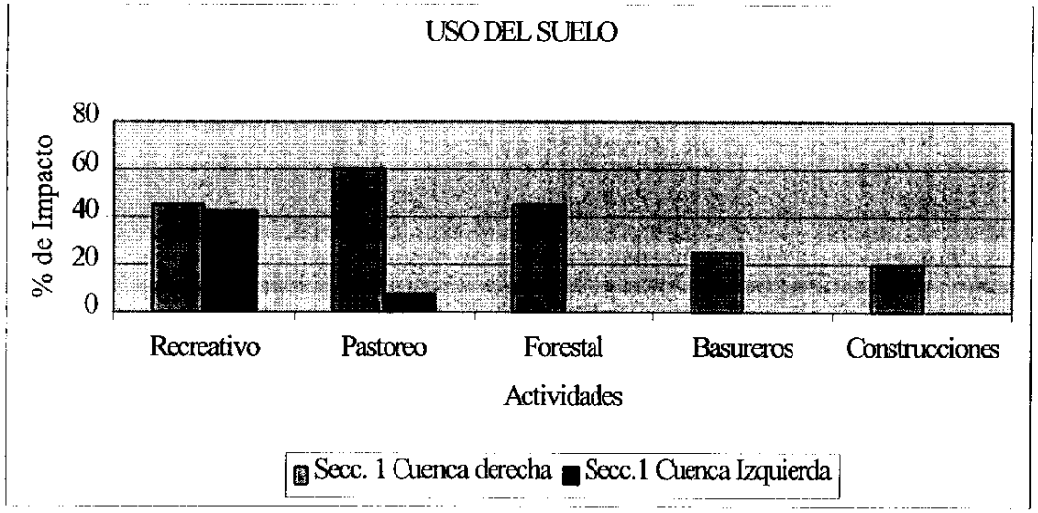
ACTIVIDADES	SITIOS DE MUESTREO				TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP %	CAL %
	1	2	3	4				
Recreativo	6	4	4	8	22	40	45	55
Pastoreo	6	2	4	4	16	40	60	40
Forestal (leña)	8	4	6	4	22	40	45	55
Basureros**	8	6	6	10	30	40	25	75
Construcciones**	10	6	6	10	32	40	20	80

** Sitios con influencia de actividades de la comunidad de Boquillas del Carmen

Cuenca Izquierda

ACTIVIDADES	SITIOS DE MUESTREO 1	2	3	4	TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMO %	CAL %
Recreativo	8	4	6	5	23	40	42.5	57.5
Pastoreo	9	10	9	9	37	40	7.5	92.5
Forestal	10	10	10	10	40	40	0	100
Basureros	10	10	10	10	40	40	0	100
Construcciones	10	10	10	10	40	40	0	100

Sección 2. La Boquilla Oeste – La Boquilla Este

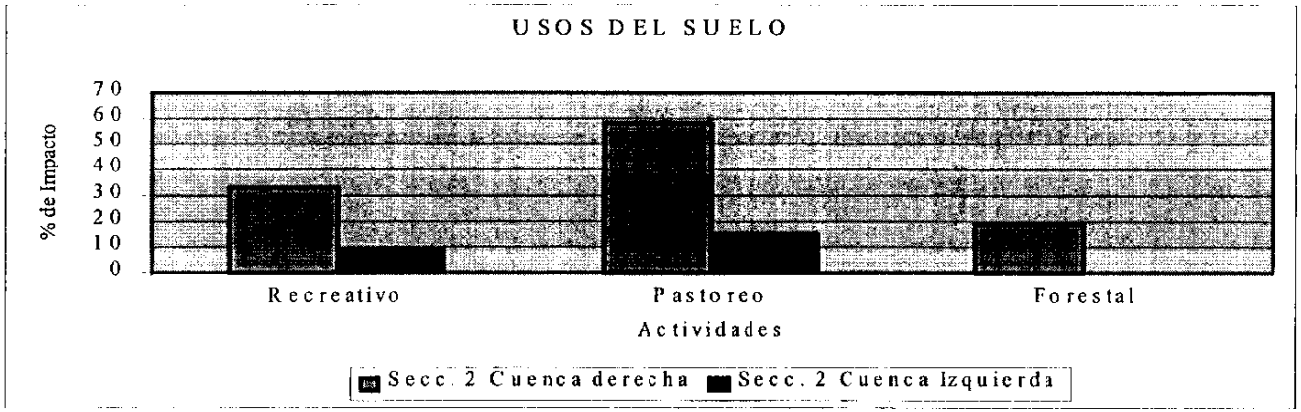


Cuenca derecha

ACTIVS.	SITIOS DE MUESTREO 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP %	CAL %
Recre-ativo	8	8	8	8	8	8	2	8	6	8	2	8	2	6	8	9	107	160	33.2	66.8
Pastoreo	4	4	4	4	4	2	6	4	5	2	2	6	2	6	8	4	67	160	58.2	41.8
Forestal	10	10	10	10	10	2	10	4	2	2	10	10	10	10	10	10	130	160	18.8	81.2

Cuenca Izquierda

ACTVS.	SITIOS DE MUESTREO 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP %	CAL %
Recreativo	4	10	10	10	10	10	8	10	10	10	8	10	8	8	10	10	146	160	8.8	91.2
Pastoreo	6	10	10	10	10	10	4	10	4	10	8	10	6	8	10	10	136	160	15	85
Forestal	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	160	160	0.0	100



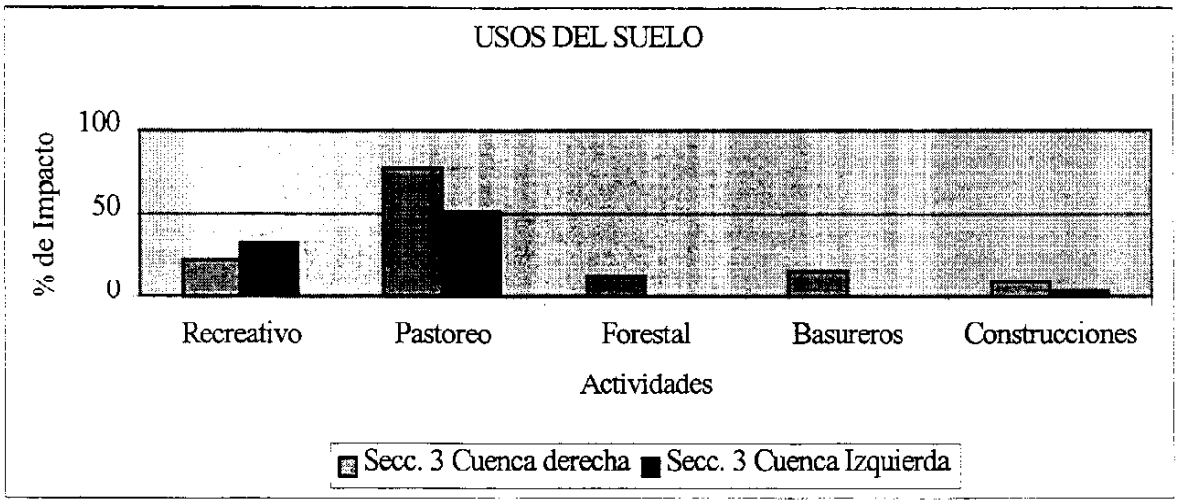
Sección 3. La Boquilla Este - La Linda

Cuenca Derecha

ACTIVIDADES	SITIOS DE MUESTREO						TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP %	CAL %
	1	2	3	4	5	6				
Recreativo	8	8	8	6	8	8	46	60	23.3	76.6
Pastoreo	2	2	2	2	2	4	14	60	76.6	23.3
Forestal	10	10	10	10	4	10	54	60	10	90
Basureros	10	10	8	6	6	10	50	60	16.6	83.3
Construcciones	10	10	10	8	6	10	54	60	10	90

Cuenca Izquierda

CUALIDADES	SITIOS DE MUESTREO						TOTAL ACTUAL	TOTAL POSIBLE	IMP %	CAL %
	1	2	3	4	5	6				
Recreativo	6	8	4	8	6	8	40	60	33.3	66.6
Pastoreo	4	7	2	4	6	6	29	60	51.6	48.3
Forestal	10	10	10	10	10	10	60	60	0.0	100
Construcciones	10	10	10	10	9	9	58	60	4	96



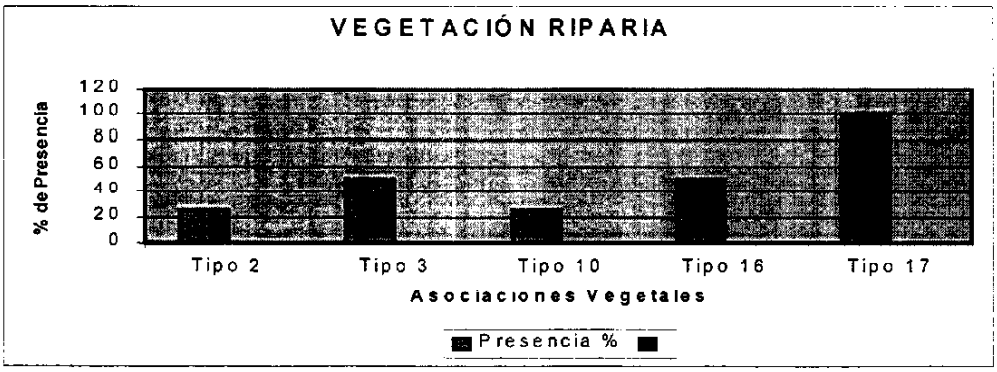
VEGETACION RAPARIA

A continuación se presenta un listado de las asociaciones vegetales del hábitat ripario determinadas en cada sección:

Sección 1

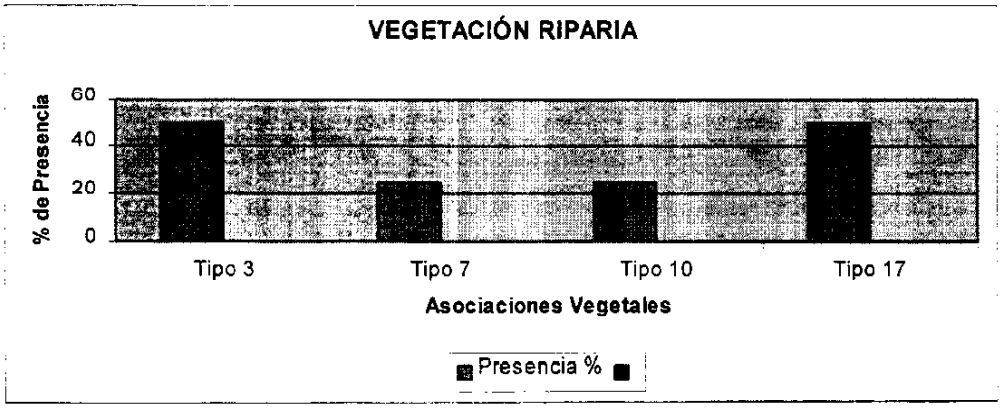
Banco Derecho

Tipo 2	Gramíneas – Jarilla
Tipo 3	Jarilla sin asociación
Tipo 13	Jarilla – Carrizo*
Tipo 17	Sin vegetación (suelo desnudo o roca)



Banco Izquierdo

Tipo 8	Gramíneas - Jarilla - Carrizo*
Tipo 10	Gramíneas - Carrizo*
Tipo 13	Jarilla – Carrizo*
Tipo 17	Sin vegetación (suelo desnudo o roca)

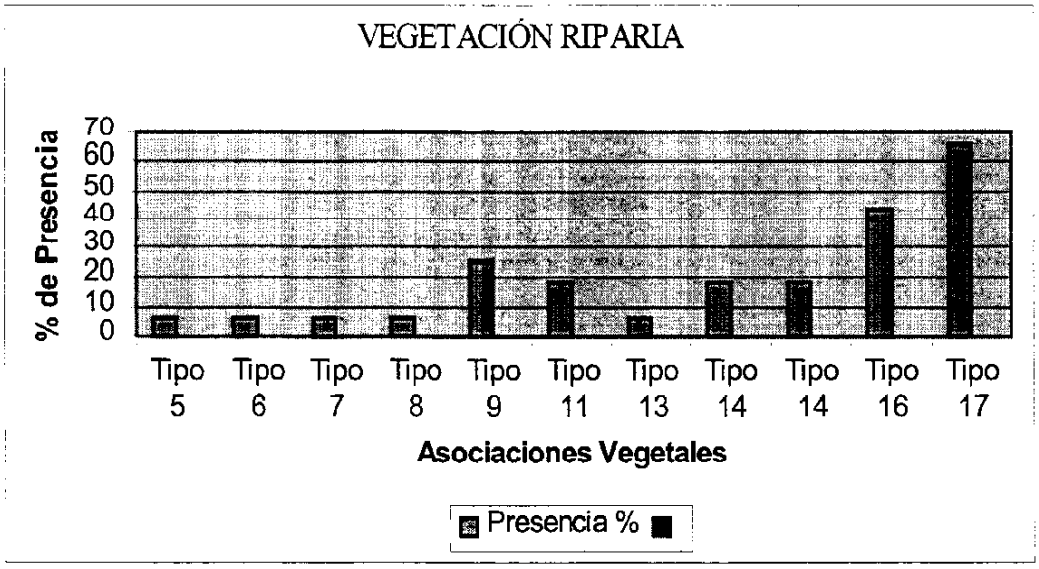


Sección 2

Banco Derecho

Tipo 5	Gramíneas - Jarilla – Carrizo* - Carrizo
Tipo 6	Gramíneas – Jarilla – Carrizo* - Tamarix
Tipo 7	Gramíneas – Jarilla – Carrizo – Tamarix
Tipo 8	Gramíneas – Jarilla – Carrizo*
Tipo 9	Gramíncas – Jarilla – Tamarix
Tipo 11	Gramíneas - Tamarix
Tipo 13	Jarilla – Carrizo*
Tipo 14	Jarilla – Tamarix
Tipo 16	Individuos aislados de huizache y mezquite
Tipo 17	Sin vegetación (suelo desnudo o rca)

Sección 2

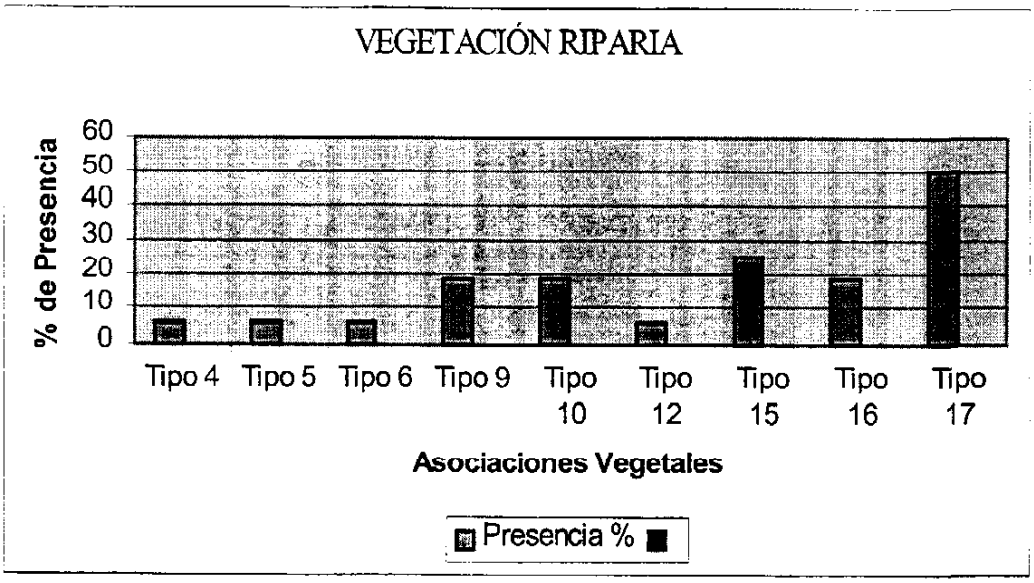


Banco Izquierdo

Tipo 4	Gramíneas – Jarilla – Carrizo* - Carrizo – Tamarix
Tipo 5	Gramíneas - Jarilla – Carrizo* - Carrizo
Tipo 6	Gramíneas – Jarilla – Carrizo* - Tamarix
Tipo 9	Gramíneas – Jarilla – Tamarix
Tipo 10	Gramíneas – Carrizo*
Tipo 12	Jarilla – Carrizo* - Tamarix
Tipo 15	Carrizo*

Tipo 16 Individuos aislados de huizache y mezquite
Tipo 17 Sin vegetación (suelo desnudo o roca)

Sección 3



Banco Derecho

Tipo 2 Gramíneas – Jarilla

Tipo 6 Gramíneas – Jarilla – Carrizo* - Tamarix

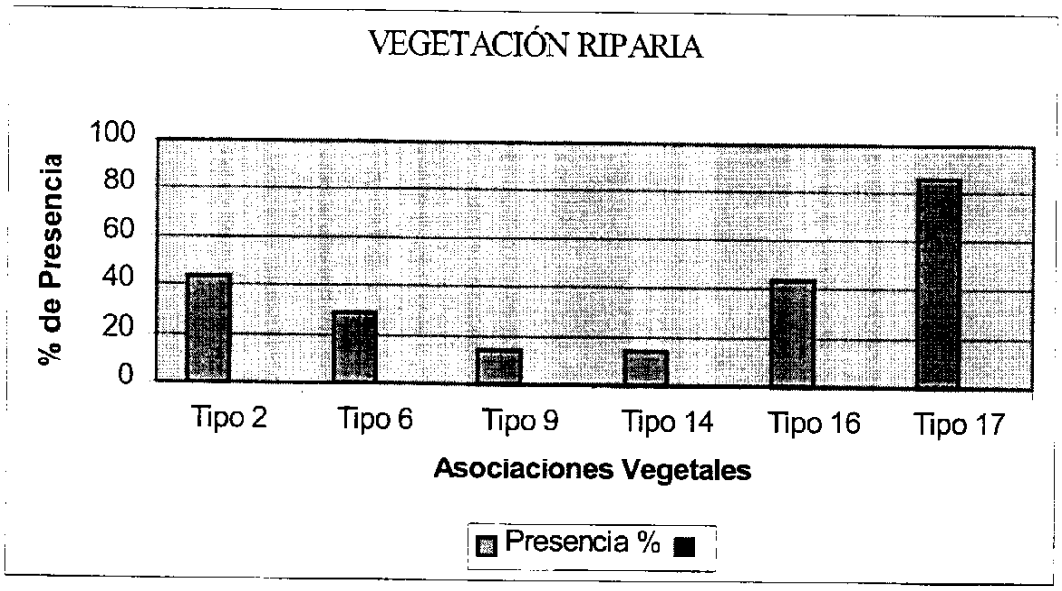
Tipo 9 Gramíneas – Jarilla – Tamarix

Tipo 14 Jarilla – Tamarix

Tipo 16 Individuos aislados de huizache y mezquite

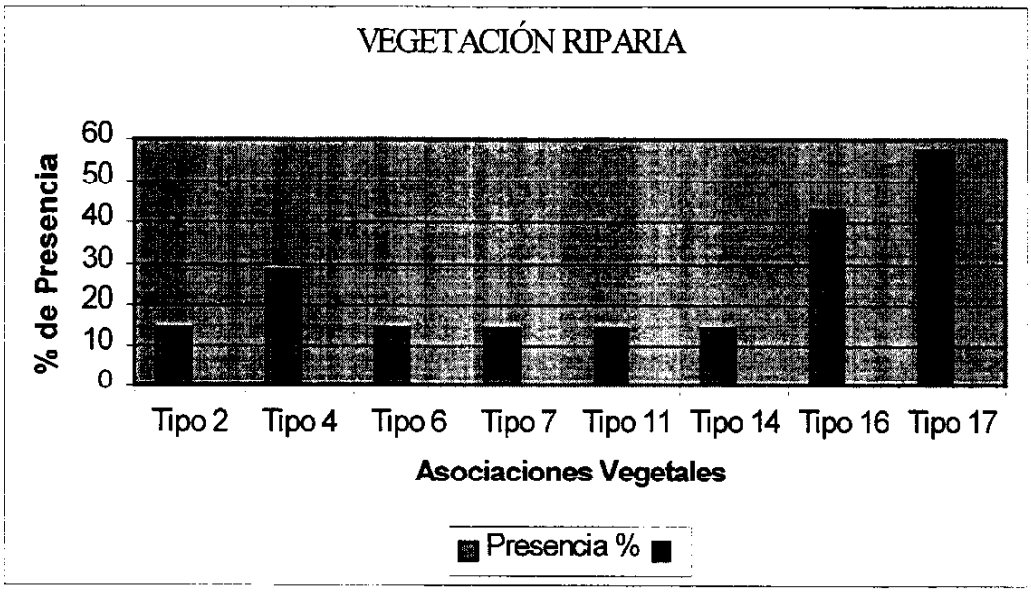
Tipo 17 Sin vegetación (suelo desnudo o roca)

Sección 3



Banco Izquierdo

Tipo 2	Gramínea –Jarilla
Tipo 4	Gramíneas – Jarilla – Carrizo* - Carrizo – Tamarix
Tipo 6	Gramíneas – Jarilla – Carrizo* Tamarix
Tipo 7	Gramíneas – Jarilla – Carrizo – Tamarix
Tipo 11	Gramíneas - Tamarix
Tipo 14	Jarilla – Tamarix
Tipo 16	Individuos aislados de huizache y mezquite
Tipo 17	Sin vegetación (suelo desnudo o roca)



Listado de Especies Vegetales en la Zona Riparia

A continuación se enlistan algunas de las especies de hábitos riparios más comúnmente encontradas en las tres secciones de río monitoreadas. Cabe destacar que de todas las asociaciones vegetales identificadas solo los tipo 1 y 2 representan asociaciones entre especies nativas; el resto de las asociaciones presentan al menos un componente exótico, el cual la mayoría de las veces es el componente dominante de cada sitio.

	Nombre común	**Nombre científico**	**observaciones**
1	zacates	Gramíneas de los géneros Polypogon, Cynodon	Nativo
2	Jarilla	Bacharis	Nativo
3	Carrizo*	Arundo donax	**Exótico**
4	Carrizo	Phragmites	Nativo
5	Rompevientos	Tamarix	**Exótico**
6	Huizache	Prosopis	Nativo
7	Mezquite	Acacia	Nativo
8	Tabaquillo	Nicotiana glauca	Nativo, indicador de disturbio
9	Uva silvestre	Vitis berlandieri	Nativa
10		Bumelia lanuginosa	Nativa

11	Fresno	Fraxinus americana	Nativa
12	Sauz	Salix	Nativa
13	Jaboncillo	Sapindus saponaria	Nativa

IMPLICACIONES DE MANEJO

El monitoreo realizado tuvo como principal objetivo, determinar los posibles impactos causados al hábitat ripario mediante un patrón confiable de medición en base a diferentes criterios de evaluación. Los resultados obtenidos hasta el momento, reflejan, de cierta manera la situación real del ecosistema, sin embargo este trabajo no debe tomarse como concluyente, sino como un paso más en el proceso de elaboración de proyectos de investigación y monitoreo subsecuentes que permitan en primera instancia entender los procesos naturales específicos de este sistema y en segundo término, comprender las relaciones entre este recurso y las necesidades de uso y disfrute de propietarios y productores locales y público en general.

Cualquier esfuerzo por realizar acciones de manejo, restauración y en general de conservación serán el resultado de este proceso de aprendizaje y del involucramiento entre los medios oficiales y las personas que viven directamente del recurso, en el que mediante consensos neutrales, se compartan responsabilidades que permitan cumplir con los objetivos generales de conservación de esta pequeña sección del Río Bravo.

A continuación se mencionan algunas acciones de investigación, monitoreo y restauración que pueden implementarse, a fin de ayudar a la Conservación de esta zona.

Sección 1:

En base a los impactos identificados en los bancos derechos, se evidenciaron impactos fuertes sobretodo por pisoteo y estabilidad de los bancos, por lo que es necesario:

- Controlar accesos al afluente, dejando solo entradas específicas
- Excluir el pastoreo sobretodo en bancos de buena calidad, así como en las entradas de pequeños afluentes al Río Bravo
- Reducir y evitar la acumulación de basura en el río y sus márgenes.
- Implementar prácticas de estabilización de bancos en lugares de alta afluencia de visitantes.
- Contar con mecanismos de supervisión permanentes durante la temporada de alta visitación de turistas.

- Establecer exclusas de monitoreo en sitios con buena calidad, a fin de asegurar el material genético de especies remanentes, endémicas o en peligro de extinción.
- Involucrar a personas de la comunidad en los proyectos de rehabilitación.
- Implementar un programa de Educación ambiental formal y no formal en la comunidad que se localiza en la zona de influencia del Río Bravo.

Sección 2:

Gran parte de los impactos ocasionados a los bancos y corredores, es generado por agentes naturales propios de las características topográficas y morfológicas del Cañón de Boquillas, en el cual durante eventos de grandes avenidas, evitan en gran medida la estabilización de los pocos bancos disponibles esto, aunado al impacto de algunas actividades humanas, hacen el fenómeno más drástico. No obstante las condiciones prevalecientes, esta sección mantiene condiciones biológicas valiosas que todavía pueden ser rescatables, como algunas especies clave típicas del ambiente ripario como el fresno, el sauce y el Jaboncillo. Debido a lo anterior, existe la necesidad de:

- Realizar estudios que permitan conocer el estado actual de especies en riesgo, implemetar mecanismos de control de especies invasoras, establecer exclusas para fines de monitoreo en aquellos bancos estables, a fin de asegurar el material genético de las especies remanentes, así como realizar colectas de germoplasma de las especies clave para su reintroducción posterior en sitios que garanticen sudesarrollo.
- Ordenar las actividades de quema de candelilla que se dan en las márgenes del río.
- Implementar mecanismos de supervisión durante la temporada de alta visitación turística.
- Involucrar a personas locales en los proyectos de manejo y restauración.

Sección 3:

Esta sección se identificó como la de mayor incidencia de impactos en ambos lados del afluente. En ellas son evidentes los daños a la estabilidad de los bancos y a la vegetación en bancos y corredores, por lo que se considera necesario:

- Establecer zonas de exclusión del ganado doméstico en la zona riparia, regulando las entradas al afluente.
- Ordenar las actividades de quema de candelilla dentro de las márgenes del río.
- Cercar bancos en regular estado de conservación, a fin de implementar prácticas de plantación de especies claves como el fresno, sauce y jaboncillos.
- Implementar mecanismos de control de especies exóticas como el coypú y el tamarix.

- Involucrar a personas locales en las actividades de restauración.
- Realizar pláticas con propietarios privados, a fin de coordinar acciones de Conservación.
- Implementar un programa de Educación Ambiental en la comunidad de influencia de esta sección del Río Bravo.

BIBLIOGRAFÍA

CETENAL, 1976. Carta de Uso del Suelo. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. Secretaría de la Presidencia. Carta G 13, B59. Esc: 1:50 000.

CETENAL, 1981 Carta Topográfica. INEGI. Cartas H 13 D 37 y H 13 D 47. Esc: 1:50 000.

GARCÍA, E. 1969. Modificaciones al Sistema de Clasificación Climática de Koppen. 2ª. Edición. UNAM. México. 246 p.

KNOTTS, M. D. 1978. The Recreation Potential and Aesthetic Qualities of Two Texas Rivers. Master Degree Thesis. Stephen F. Austin State University. Austin, Tx. USA. 87 p.

NPS. 1982. River Guide. Big Bend Natural History Association – NPS. USA.

SEMARNAP – INE. 1997. Programa de Manejo del Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen. INE. México. 127 p.

SIFUENTES, A. C. 1993. Monitoreo de Calidad de Agua e Impacto ambiental en el Río San Rodrigo en el Noreste de Coahuila, Mex. Tesis. 165 p.

S.P.P. 1983. Síntesis Geográfica de Coahuila. INEGI. México, D.F. 163 p.

RESPUESTAS BIOLÓGICAS Y RETOS PARA LA RESTAURACIÓN ASOCIADOS CON EL PATRÓN DE CAUDAL ALTERADO DEL RÍO GRANDE/RÍO BRAVO

Susan Watts, PhD[1]

RESUMEN

Se han manifestado cambios importantes en el caudal del Río Grande/Río Bravo por debajo de El Paso como resultado del almacenamiento de agua curso arriba para el control de inundaciones y la descarga de agua solo durante la temporada de riego. Esto ha modificado pronunciadamente la hidrografía tradicional y ha afectado seriamente las comunidades de plantas y animales naturales que se reproducen y germinan en respuesta a pulsos de crecidas primaverales. Estos cambios hidrológicos han transformado a las especies nativas en competidores débiles contra especies exóticas que se reproducen en cualquier momento del verano. Por otra parte, debido a los flujos disminuidos, el río ya no desplaza sedimentos como antes, de manera que el material se acumula en las desembocaduras de los arroyos y en los lechos de los cursos de agua con lo que se reduce la capacidad de flujo del río. En consecuencia, lo que tenemos ahora es un terreno aluvial sofocado con un monocultivo de tamariscos (Tamarix sp.) y el canal de un río obstruido, de poca profundidad y estrecho, en el mejor de los casos, e inexistente, en el peor de los casos. De manera que, en muchos lugares, el río fluye hacia los bosques de tamariscos y desaparece interrumpiendo así la conexión entre las cuencas alta y baja del Río Grande/Río Bravo. A fin de restaurar la conexión, es necesario reconstruir el canal del río y extraer los tamariscos que recubren los bancos. Tal vez sea necesario plantar nuevamente parte de la vegetación nativa, pero las plántulas de álamo y sauce pueden vencer a las plántulas de tamarisco si germinan al mismo tiempo. Es esencial establecer métodos de ordenación no estructurales a fin de garantizar el éxito del proyecto, es decir permitir que pulsos periódicos de inundación mantengan el canal del río y distribuyan los sedimentos acumulados en las desembocaduras de los arroyos. Por otra parte, el rebosamiento periódico facilitará el establecimiento y el mantenimiento de la vegetación natural y eliminará el detrito acumulado en exceso de las zonas ribereñas.

[1] Dr. Susan Watts, Profesor Adjunto Visitante, Departamento de Ciencias Biológicas, Universidad de Texas-El Paso, 500 W. University Ave., El Paso, TX, 79968-0519.

CONFIGURACIÓN MODIFICADA DEL FLUJO

El Río Grande actual, entre represas, derivado, canalizado y contaminado ha sido denominado uno de los ríos en mayor peligro en el país por la organización de conservación American Rivers. Es posible argumentar que el tramo más afectado por los emprendimientos humanos es el tramo de 155 millas aguas abajo de El Paso, TX, desde Ft. Quitman (Condado de Hudspeth) hasta la confluencia con el Río Conchos en Presidio, TX. A partir de 1916, cuando las aguas del Río Grande se contuvieron por primera vez en la Presa Elephant Butte, se ha privado a este tramo de la reposición de los picos de crecida de primavera y, en invierno, solo recibe una provisión de flujos salados de reutilización agrícola y aguas residuales.

RESPUESTAS BIOLÓGICAS

Las consecuencias de desecar este río para satisfacer las necesidades económicas y sociales al sur de Nuevo México, El Paso, TX, y Ciudad Juárez son múltiples y complejas y han repercutido en la zona tanto biológica como hidrológicamente. Hace no demasiado tiempo, en los bancos del río se podía encontrar una variedad amplia de especies vegetales que, a su vez, sustentaban poblaciones de pájaros, insectos, mamíferos y anfibios. En la actualidad, la diversidad vegetal y animal histórica ha sido reemplazada en gran medida por un monocultivo impenetrable de tamariscos, o *Tamarix*, el cual constituye un hábitat apropiado para solo una fracción de las especies históricas.

¿Cómo llegamos a esta situación? Son muchos los factores que han interactuado para crear y mantener esta situación, a saber: la eliminación de los pulsos de inundación de primavera, la disminución del volumen de flujo total y la introducción del tamarisco.

Eliminación de los pulsos de inundación

La construcción de la Presa Elephant Butte tuvo como propósito proteger la región Paso del Norte de las muchas crecidas primaverales que periódicamente arrasaban las comunidades agrícolas que bordean el Río Grande. Si bien esta proeza de ingeniería benefició a las partes humanas del ecosistema, alteró severamente la configuración histórica de las zonas ribereñas en el Río que conformaban un mosaico de hábitats: bosques de álamos, lagos de meandros abandonados, pantanos, matorrales de mezquites y sauces, pastizales abiertos. Si bien las zonas ribereñas comprenden solo de 10 a 20% de la zona de superficie desértica, la diversidad típica de los hábitats contienen prácticamente 80% de las especies de vertebrados en la región durante algún momento de su ciclo de vida.

Tales especies pueden requerir árboles ribereños o arbustos para refugios o necesitar alimentos (plantas o elementos de presa) que precisan las condiciones más frías y húmedas. Otras especies vegetales y animales endémicas de las zonas ribereñas se adaptan a los pulsos de crecidas primaverales característicos de ríos occidentales, y no pueden reproducirse ante la ausencia del rebosamiento. Esto es especialmente cierto en el caso de las especies nativas de álamos y sauces de la región. A fin de que las semillas germinen, deben llegar a suelos húmedos que deben conservar su humedad durante el crecimiento de las raíces. Las condiciones son adecuadas si las crecidas ocurren mientras "vuela el algodón", es decir, cuando las semillas transportadas por el viento están maduras. Las semillas flotan en el agua y quedan en el suelo húmedo cuando se retiran las aguas de crecidas. Las condiciones perfectas ocurren solo una vez cada 10 a 20 años, de manera que cohortes nuevos de árboles están espaciados en diferentes grupos de edades. No se han establecido cohortes nuevos de álamos desde la década de 1950 aguas abajo de la Presa Elephant Butte, y los pocos árboles que se conservan son muy antiguos y se aproximan al final de su ciclo de vida.

Disminución del volumen de flujo total

La Presa Elephant Butte se construyó para capturar caudales excesivos resultantes principalmente de la fusión de las nieves primaverales en las fuentes del Río Grande. Además de la protección contra las crecidas, la presa almacena aguas, permite la descarga controlada de agua en el verano para propósitos de riego y, en el invierno, no se producen descargas. Como se observa en otros sistemas fluviales occidentales, la combinación de estos factores (eliminación de caudales primaverales y reducción de los caudales de invierno) ha reducido el volumen total de las aguas que llegan a las zonas aguas abajo con lo cual disminuye la capacidad del río para trasladar sedimentos y modificar su lecho. Durante el período de 20 años entre 1969 y 1989, el caudal anual promedio en Ft. Quitman fue 169 millón m^3/año (Miyamoto, et al., 1995). En cambio, para 15 de los 25 años entre 1890 y 1914, los caudales de primavera superaron 169 millón m^3 en un mes solamente (amplitud: 180 a 745 millón m^3) (cita de los registros de la CILA por Everitt, 1998). En consecuencia, aguas abajo de Ft. Quitman, se han acumulado sedimentos y se agradó el lecho. Irónicamente, en algunos lugares, actualmente las instancias de rebosamiento son más numerosas que hace 50 años como resultado de capacidad menor del canal.

Una segunda consecuencia del volumen reducido de las aguas es mayor salinidad. En cualquier sistema agrícola de riego, las sales se acumulan en el suelo, son eliminadas por el agua de riego pero luego se acumulan nuevamente en los flujos de retorno de la agricultura y finalmente fluyen al río. Si bien ha disminuido el volumen de las aguas del río, la carga de sal no ha disminuido y, en consecuencia,

la salinidad total se incrementa aguas abajo. Por ejemplo, durante la temporada de riego de 1989, la conductividad eléctrica de las aguas en Ft. Quitman fue 3 veces superior a la medida en El Paso (conductividad: 3.0 y 1.0 dS m^{-1} en Ft. Quitman y El Paso, respectivamente). De manera similar, el total de sólidos disueltos (tsd) en Ft. Quitman y aguas abajo puede oscilar entre 3000 y 5000 mg/L en la temporada que no es de riego mientras que el agua del río en el tramo de El Paso es generalmente inferior a 1000 mg/L (Miyamoto, et al, 1995). Estos cambios hidrológicos han obligado a los agricultores a abandonar las tierras en el Condado de Hudspeth.

Introducción del tamarisco

El tercer factor que afecta seriamente este tramo es la introducción de la planta exótica de tamarisco o *Tamarix* sp. El tamarisco se importó del Mediterráneo a comienzos del siglo XX como una planta resistente que podía estabilizar los bancos de arena y controlar la erosión. El tamarisco se adaptó y esparció prontamente, reproduciéndose de semillas cada año. No obstante, estas características le otorgaron una ventaja competitiva importante con respecto a la vegetación nativa que necesitó pulsos de crecida especialmente programados para la germinación. Se cree que la crecida de 1942 esparció las semillas de tamarisco en el terreno aluvial aguas abajo de Ft Quitman. Las fotografías y los informes anteriores al registro de ese año revelan la presencia de unos cuantos tamariscos. Existían pero no como un tipo de vegetación dominante como en la actualidad (Everitt, 1998). Brevemente después de la crecida de 1942, los tamariscos llenaron los espacios abiertos en el terreno aluvial y en los bancos de los cursos de agua. En unos pocos años, el tamarisco había desplazado a la vegetación ribereña nativa y había eliminado el hábitat necesario para un número de especies nativas y migratorias. Con la declinación de la diversidad de hábitats, la variedad de las especies animales relacionadas con estos hábitats se redujo también.

Estos tres factores conjuntamente han creado un cauce fluvial poco profundo y restringido en algunas partes y en otras está tan obstruido que ya no existe. La mayor parte del río que atraviesa el limnímetro en Ft. Quitman fluye hacia un bosque de tamariscos y no sigue fluyendo hacia las zonas silvestres, las granjas y las comunidades aguas abajo. Los tramos aguas arriba y aguas abajo del río están eficazmente desconectados.

RETOS PARA LA RESTAURACIÓN

La meta de restauración de gran alcance para este tramo del río es restablecer conexiones: la conexión biológica entre los ecosistemas acuáticos y terrestres, la

conexión hidrológica entre los tramos alto y bajo de la cuenca y la conexión instintiva entre el pueblo y el río. El hecho que este río es un límite internacional y un recurso importante para los Estados Unidos y México nos obliga a fortalecer la conexión binacional entre los restauradores.

A fin de restaurar la diversidad de los hábitats, restablecer especies nativas, y sustentarlas a lago tiempo, es necesario que ocurran tres cosas. Debe reconstruirse el canal, quitarse algunos de los tamariscos, y sembrar nuevamente/replantar vegetación nativa. Lo que es más importante, el éxito de este proyecto gira en torno a la ejecución de métodos nuevos para el ordenamiento del caudal que utilizan técnicas no estructurales para mantener y conservar el canal y la vegetación, especialmente, con pulsos de crecida periódicos, adecuadamente sincronizados.

Reconstrucción del canal

La reconstrucción del canal con el agregado de características físicas inéditas (canal amplio de poca profundidad, terrazas en terrenos aluviales, diques con aberturas, bancos perfilados, etc.) suministrará la diversidad hidrológica necesaria para el mantenimiento propio satisfactorio del canal pero también contribuirá a restablecer el vínculo hidrológico importante entre el canal y el terreno aluvial. Algo tan simple como crear un declive en las márgenes de los canales (en lugar de paredes básicamente verticales) sería un paso hacia adelante para ofrecer un hábitat nuevo con un tipo intermedio de saturación del suelo. La reconstrucción del canal a gran escala ofrecerá las características físicas necesarias para crear una diversidad de hábitats acuáticos y de humedales que actualmente faltan en el paisaje, especialmente aquellos asociados con aguas de curso lento o estancadas, como pantanos, prados húmedos y estanques de patos. El ordenamiento del flujo en combinación con el ordenamiento de canales contribuirá a establecer y mantener estos hábitats que son tan importantes, como es el caso de los hábitats ribereños de bosques para muchas especies.

Remoción del tamarisco y ampliación del hábitat

La vegetación de los terrenos aluviales y las zonas de tierras altas en el curso del río ha sido alterada por la invasión del tamarisco en el lapso de los últimos 50 años. En algunas zonas, el tamarisco cubre todo el terreno aluvial, hasta 2 millas de ancho entre las paredes del cañón. Al crecer en matorrales densos y crear sombra espesa bajo la cubierta de la copa, evita que germinen otras especies vegetales. En consecuencia, se debe extirpar el tamarisco antes de restablecer las especies nativas. Debe controlarse para lograr el éxito biológico del proyecto.

Los estudios en Bosque del Apache National Wildlife Refuge y en el curso del Río Pecos han demostrado que la remoción del tamarisco es posible mediante la aplicación sistemática de tratamientos mecánicos y químicos que deben continuar durante 3 a 4 años antes de que pueda garantizarse el éxito razonable. El control biológico del tamarisco por insectos se está evaluando actualmente en un número limitado de sitios de prueba y puede estar a disposición ampliamente en los próximos años. Una vez que se elimina el tamarisco, otros estudios en Bosque del Apache demuestran que la vegetación nativa puede vencer a la exótica si comienzan en las mismas condiciones.

A pesar de que se identifica al tamarisco como una especie vegetal exótica, enmalezada, que ha desplazado a muchas especies ribereñas nativas, su destrucción genera la atención amplia de ambientalistas. Esto es porque el tamarisco ofrece un hábitat para que muchas especies aniden, como la paloma blanca y el cazamoscas del sauce del sudeste. En este tramo, no sería posible eliminar todos los tamariscos, incluso si fuese conveniente. El objetivo en esta zona es recuperar comunidades de especies vegetales ribereñas nativas que mejoren la diversidad de los hábitats disponibles para varias especies animales. Actualmente, los animales no tienen opción de hábitat, solo tamariscos.

El programa para la replantación debe incluir (Egan, 1996):

1) Identificación de los factores que permiten que proliferen plantas convenientes e invasoras. Empleo de procesos ecológicos para controlar, restaurar y mantener comunidades vegetales.

2) Planificación de un sitio de restauración lo suficientemente amplio que provea las condiciones naturales para promover la diversidad de la comunidad vegetal y animal. Mantener zonas "de bordes".

3) Utilización de procesos naturales como inundaciones para contribuir a la restauración y el mantenimiento.

4) Vigilancia y mantenimiento de la condición conveniente del sitio periódicamente. La intervención temprana será eficaz en función de los costos.

Además del hábitat ribereño, el hábitat acuático debe ampliarse cuando se establezca un cauce de río activo. El lecho del canal puede tornarse bastante uniforme en tramos extensos del río como resultado de encenagamiento, actividad de dragado, reubicación del canal, etc. De manera que tal vez sea necesario construir hábitats alternativos como zonas rocosas, con lechos de ripios. El hábitat

de los humedales puede también crearse o ampliarse con un cambio en la configuración del flujo y la reconstrucción del canal.

Ordenamiento del flujo

El cambio más crítico que debe ocurrir en este tramo es una modificación fundamental en el ordenamiento de los flujos de corriente bajo El Paso. Esto sirve de base para todos los otros esfuerzos de restauración. Es necesario para el establecimiento y el mantenimiento de especies nativas y el mantenimiento de un canal activo del río. Específicamente, los flujos de corriente deben simular la hidrografía natural anterior con un pulso de crecida primaveral calculado para que intensifique la dispersión de semillas de plantas nativas y caudal de base suficiente para sustentar diferentes especies acuáticas. La inundación por pulsos debe aproximarse al caudal de descarga aproximadamente cada 2 a 3 años con rebosamiento aproximadamente 4 de cada 10 años. El pulso de crecida debe tener una duración de 2 a 4 semanas (Jim O Brien, comun. pers.).

Un pulso de crecida que redunde en mayores beneficios para la vegetación ribereña nativa (es decir, álamos, sauces, etc.) debe llegar a finales de la primavera, comienzo del verano cuando el "algodón" de los árboles maduros está en el aire. La semilla se deposita en la superficie del agua, luego con el retroceso del agua, la semilla se asienta en la superficie del cieno, germina, y luego las raíces que crecen siguen a la superficie del agua subterránea de decrecida (aproximadamente 1 cm/día). La crecida en cualquier otro momento del año solo beneficia al tamarisco.

El restablecimiento satisfactorio de especies nativas en hábitats acuáticos y ribereños será afectado en gran medida no solo por el volumen y el momento del caudal, sino también por la salinidad del agua del río y los suelos de bancos y terrenos aluviales. La salinidad alta del agua y el suelo afecta tanto el establecimiento como la supervivencia de especies vegetales nativas. Estudios (Hendrickx, 1997) han demostrado que los álamos plantados en sitios con salinidad del suelo <60mS/m tendrán una posibilidad de supervivencia mayor que aquellos con valores más altos. Si la salinidad promedio es >210 mS/m, no habrá sobrevivientes. En la gama intermedia, los árboles pueden atrofiarse o su vida reducirse. La salinidad elevada en la superficie del suelo también afecta la germinación de las semillas.

A pesar de que la salinidad del agua y el suelo en este tramo es actualmente alta, no hay razones para creer que puede mejorar.

- Existen razones para creer que el flujo incrementado podría reducir la salinidad total. Tradicionalmente, la salinidad alta se ha relacionado con caudal bajo y, de manera similar, la salinidad disminuyó cada vez que se redujo el caudal (Miyamoto, et al., 1995).

- Una vez que un cauce de río se establece nuevamente, el agua no se dispersa entre miles de acres de tamariscos. Menos árboles tienen acceso directo al agua, entonces la pérdida de agua mediante la evapotranspiración debe ser menor. La compensación será mayor evaporación de la superficie del agua hasta que el canal se reduce.

- Los beneficios de mejor calidad del agua mediante la reducción de la salinidad repercutirán no solo en el río y los componentes de este tramo sino que tal vez redundarán en resultados positivos en la carga de sal en Amistad.

Vigilancia y mantenimiento

Al igual que con todo proyecto a largo plazo, el éxito de este proyecto dependerá en gran medida de la vigilancia, el mantenimiento y el ordenamiento con fines de adaptación posterior. El canal debe vigilarse para controlar el encenagamiento, la erosión de los bancos, la socavación, etc. Se deberá vigilar la vegetación para medir el éxito de la remoción del *Tamarix* y el mantenimiento a largo plazo será necesario a fin de mantener al tamarisco bajo control en las zonas de separación establecidas en el río y los bancos de arena. Se debe vigilar atentamente las zonas pantanosas para verificar si hay relleno y si plantas nativas están siendo desplazadas por plantas exóticas. También necesitamos conocer cómo las comunidades de plantas y animales se modifican con el transcurso del tiempo en los hábitats acuáticos y terrestres.

RECOMENDACIONES

La necesidad más crítica de este tramo es el establecimiento de una configuración de flujo que simule la hidrografía histórica con instancias de rebosamiento adecuadamente programadas y mareas desplazantes de sedimentos más flujos adecuados durante el resto del año para sustentar los procesos ecológicos que mantienen las comunidades de plantas y animales nativos.

El éxito de todo esfuerzo de restauración depende de la existencia de agua en el río en el momento oportuno. Con el restablecimiento de los caudales, los proyectos binacionales que incluyen la reconstrucción del canal y la replantación tienen una oportunidad incrementada de éxito.

REFERENCIAS

Hendrickx, J., J. Beekma, R. Koch, y G. R. Marin. Salinity survey for revegetation potential along the Rio Grande in the Paso del Norte region. Informe para la División de El Paso de la Oficina de Recuperación de los Estados Unidos. Marzo de 1997.

Everitt, B. L.. Chronology of the spread of tamarisk in the central Rio Grande. Wetlands. Dic. 1998. pp 658-668.

Miyamoto, S., L.B. Fenn, y D. Swietlick. Flow, salts, and trace elements in the Rio Grande: A review. Estación Experimental Agrícola de Texas. Instituto de Recursos Hidráulicos de Texas. Julio de 1995.

Taylor, J.P., and K.C. McDaniel. Riparian management on the Bosque del Apache National Wildlife Refuge. New Mexico Journal of Science. Marzo de 1998 (presentado).

Thomas Egan (Bureau of Land Management). Salt Cedar Management Workshop. 1996.

FAUNA ACUATICA Y DISPONIBILIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RIO BRAVO

Dr. Salvador Contreras-Balderas[1]

RESUMEN

La Cuenca del Río Bravo, bajo escrutinio intensificado por el Acuerdo de Libre Comercio de Norte América, tiene una extensión de 471,935 km2 (Méx. 241,509, US 230,426). Drena oartes de Colorado, Nuevo México y sur de Texas (USA), norte de Durango y gran parte de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, y Tamaulipas (Méx.). Es la fuente de la mayoría de las aguas que surten a las metrópolis de Albuquerque, El Paso-Juárez, y el eje Saltillo-Monterrey Metropolitano, y poblaciones menores. Surte las necesidades agropecuarias, industriales y recreativas, y los servicios ambientales (clima, equilibrio ecológico, y mantenimiento de su biodiversidad). Sus usos constituyen un reto al Desarrollo Sustentable. La cuenca es una unidad natural definible, funciona bajo las leyes de ecosistemas, fuertemente desequilibrado, y única fuente inmediata de agua para el desarrollo. La cuenca se usa intensamente como ducto de las aguas residuales de la región. La cuenca del Bravo es habitada por 183 especies de peces, 115 nativas, por lo menos 65 endémicas; 5(6?) de ellas extintas y en riesgo 54. También presenta 56 especies exóticas y 15 nativas transfaunadas internamente, así como mas de 100 invasoras marinas y costeras, con penetración hasta de 700 km, de las cuales sólo 18 pueden considerarse esperables, las demás son impactos que han incrementado a través del tiempo. En 25 localidades mexicanas habían desaparecido alrededor del 60% de sus especies hasta 1988, atribuíbles a mal manejo de la cuenca, incluyendo: sobreexplotación con reducción de escorrentía, aumento de temperatura y evaporación, polución urbana, agrícola, e industrial. Se indica una tendencia descendente y creciente en la disponibilidad del agua. La escorrentía se ha registrado desde principios del siglo 20, ahora a cargo de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) en la faja fronteriza, y en Comisión Nacional del Agua (CNA) en el resto del país. Hasta la década de los 60s tenía una escorrentía promedio anual de 12,135 millones de m3 (Méx. 5810, US 6,325). Datos tomados de CILA indican sólo 7,287 hacia tal época, y un cálculo independiente da una cifra de 9,927 Por otra parte, entre 1990 y 1995 el promedio de descarga en la desembocadura fue de 1.2 mm3, y osciló entre 0.89 y 1.78. Está comprometida mas del 98% del agua. La población recibe menos de lo recomendado internacionalmente. La calidad también ha bajado. Comparando los períodos de 1938-1942 con los de 1990-1995, han cambiado las concentraciones máximas de calcio, magnesio (69%), sodio (317%), cloro (333%), sulfatos

[1] Dr. Salvador Contreras-Balderas, Profesor Emérito, Universidad Autónoma de Nuevo León; Pdte. Bioconservación, A.C.; Board of Directors, Rio Grande/Rio Bravo Basin Coalition; Tel/Fax. 01-8-313-1641; scontrer@ccr.dsi.uanl.mx

similares, valores descendentes desde 1964 y desde río arriba a río abajo, con una calidad relativa irregular de 75 a 15 y estamos fundamentando IBEI's para otras cuencas. Con el proporcionamos una lista de interacciones conocidas entre factores tanto terrestres como acuáticos en el ecosistema-cuenca, así como una gráfica que permite interpretar la dinámica principal entre dichos factores. Las condiciones descritas indican que no se cumplen las premisas de la sustentabilidad, y que el convenio actual es insuficiente e inadecuado, al no cubrir la calidad del agua, ni proteger biodiversidad ni ambiente. Se propone el uso de los IBEI's como criterio relativo para evaluar la sustentabilidad.

La Cuenca del Río Bravo ha estado bajo escrutinio desde hace tiempo, intensificado por el Acuerdo de Libre Comercio de Norte América. Tiene una extensión de 471,935 km2 (Méx. 241,509, US 230,426). Presenta dos cabeceras mayores, una nace en los estados de Colorado, cruza Nuevo México y limita al sur a Texas (USA), otra se surte del norte de Durango y gran parte de Chihuahua, Coahuila y Nuevo León, y limita al norte a Tamaulipas (Méx.). Es la fuente de la mayoría de las aguas que surten a las metrópolis de Albuquerque. El Paso-Juárez. y el eje Saltillo-Monterrey Metropolitano, y numerosas poblaciones menores. Además, surte las necesidades agropecuarias, industriales y recreativas, y las menos evidentes como los servicios ambientales (clima, equilibrio ecológico, y mantenimiento de su biodiversidad). Sus usos constituyen un reto al Desarrollo Sustentable. La cuenca es una unidad natural definible, funciona bajo las leyes de ecosistemas, fuertemente desequilibrado, y única fuente inmediata de agua para el desarrollo. La cuenca se usa intensamente como conducto para las aguas residuales de la región.

Por su extensión y diversidad de habitats, y actualizando los datos, la cuenca del Bravo es habitada por 183 especies de peces, de las cuales 115 son nativas; entre ellas, por lo menos 65 son endémicas (restringidas a la cuenca o alguna de sus subcuencas); a la fecha se han extinguido 5(6?), y 54 se encuentran en algún nivel de riesgo. También presenta 68 especies exóticas y 15 nativas transfaunadas internamente, así como 104 invasoras marinas y costeras, con penetración hasta de 700 km, de las cuales sólo 18 pueden considerarse aceptables, las demás son impactos que han incrementado a través del tiempo (Edwards y Contreras, 1991; Contreras et al., 2000; Contreras, 2000).

En 25 localidades mexicanas de la cuenca geohidrológica del Río Bravo habían desaparecido alrededor del 60% de sus especies hasta 1988 (Contreras y Lozano, MS). El análisis de estos cambios en las comunidades de peces, indica que son atribuíbles a mal manejo de la cuenca, incluyendo: sobreexplotación con reducción de escorrentía, aumento de temperatura y evaporación, polución urbana, agrícola, e industrial. Se indica una tendencia descendente que se agudiza en la disponibilidad del agua. La escorrentía se ha registrado desde principios del siglo 20, ahora a cargo de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA) en la faja fronteriza, y en Comisión Nacional del Agua (CNA) en el resto del país. Hasta la década de los 60s tenía una escorrentía promedio anual de 12,135 millones de m3 (Méx. 5810, US 6,325). Datos tomados de CILA indican sólo 7,287 hacia tal época, y un cálculo independiente da una cifra de 9,927. Por otra parte, entre 1990 y 1995 el promedio de descarga en la desembocadura fue de 1.2×10^6 m3, y osciló entre 0.89 y 1.78 (Cuadro 1, Fig. 1). La comparación de los promedios acumulados con los de los últimos años, indica que está comprometida mas del 98% del agua. La población recibe menos de lo recomendado aguas

abajo de Cd. Juárez hasta Presidio / Ojinaga, donde el Río Conchos lo vuelve a hacer río. Cabe mencionar que la proporcionalidad de las contribuciones de éste tributario, varían

Cuadro 1. Escorrentia del Rio Bravo/Rio Grande. Base 12,135 x 10^6 m^3/año (Méx. 5810, US 6,325). Datos: Tamayo y West, 1964. CILA/IBWC Bol. Hidrol. 1928-1995

RIO BRAVO/ RIO GRANDE	<1962 X	1990-95 MIN	1990-95 X	1990-95 MAX	% MIN	% X	% MAX
URGRANDE	1080	95.7	217.6	475.8	8.9	20.1	44.1
CONCHOS	2196	75.1	1432.3	2636.7	3.4	65.2	120.1
PECOS	1593	103.7	238.6	378	6.5	15	23.7
SALADO	1293	34.1	70.2	131.8	2.6	5.4	10.2
SAN JUAN	1125	0.6	12	39.7	0.5	1.07	3.5
DELTA	2680	0.89	1.2	1.78	0.03	0.04	0.06
TOTAL	9967	310.09	1971.9	3663.7	3.655	17.80	37.46

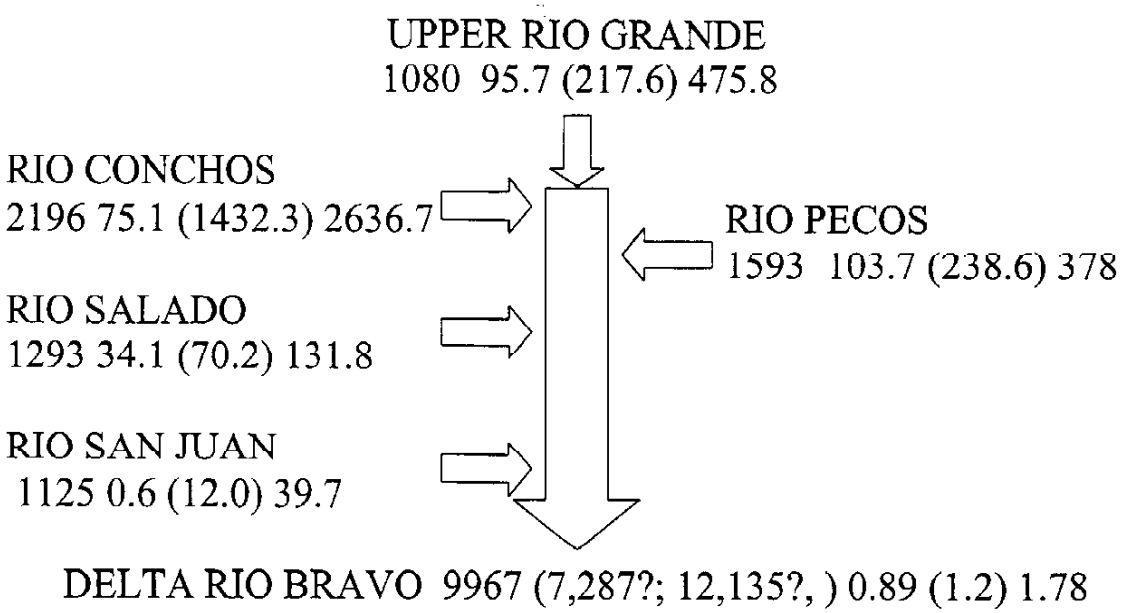


Fig. 1. Los mismos datos de la Fig. 1, en bosquejo bidimensional, con las principales aportaciones de los afluentes del Río Bravo.

también en tendencia en general descendente, desde las de Tamayo (1962), que sumarizaban hasta 1960-61, Schmandt (1993) que cita a Eaton y Hurlbut (1992) pero con diferentes datos, utilizando ambos como fuente a CILA hasta 1988. Además, las cuantificaciones publicadas por CILA para 1995 son diferentes, y muestran aspectos contrastantes según se considere el promedio acumulado hasta dicho año, con los de los años 1990-95 (Cuadro 2). Las

estimaciones de la contribución del Río Conchos al Río Bravo también varían entre 18.1 y 65.2% del total de la cuenca, según las épocas, autores, y formas de calcular dichos porcentajes. Otro aspecto digno de comentar es la extracción de agua, que según los autores mencionados indica que hasta 1995, los Estados Unidos habían contribuído con 1.85 x 10^6 m^3 en promedio, y extraído 2.86, mientras que México tenía en su cuenta, respectivamente 2.47 descargados y 1.28 tomados, en las mismas unidades. El déficit es causado en los Estados Unidos, no en México. Es necesario reinterpretar los datos de que México abusa del agua con un análisis integral en tendencias de tiempo.

Fig. 3. Escorrentía del Río Bravo y sus tributarios en porciento del total según diferentes épocas y autores. CILA = Comisión Internacional de Límites y Aguas (México / USA).

AGUA RÍO BRAVO %	TAMAYO	EATON & HURLBUT	SCHMANDT	CILA	CILA
AÑO	1962	1992	1993	X A 1995	1990-95
UPPER RG	27	29	14.8	10.8	9.5
CONCHOS	18.1	37	29.2	22.1	57.2
PECOS	6.1	1.2	8.2	16.4	9.5
SALADO	10.7	17	12.3	13.2	2.8
SAN JUAN	9.3	17.6	12.5	11.3	0.5
OTROS	29.9	1.8	40.7	26.2	24.1

La calidad también ha bajado. Comparando los períodos de 1938-1942 con los de 1990-1995, y considerando las diferentes subcuencas, han cambiado las concentraciones máximas de calcio, magnesio (69%), sodio (317%), cloro (333%), sulfatos (100%), y conductividad (1024%). Calcio y magnesio son factores de la dureza del agua, cloro y sodio de salinidad, la conductividad indica diversas sustancias (desconocidas) disueltas. Todos estos parámetros van en aumento, lo que indica un deterioro constante también agravándose. Por otra parte, los saldos de agua en el río van incrementando su grado de polución río abajo hasta el delta.

El Indice de Calidad del Agua, químico y físico, reportado entre 1988-89 era de 40-42% (CNA), consecuente con los cálculos nuestros, que son biológicos, pero no se consigue información sobre años subsecuentes. Los tratamientos que se dan en México a las aguas residuales son deficientes y no tiene la calidad ecológica necesaria para mantener los servicios ambientales, principalmente a partir de las superpobladas metrópolis río arriba, que transfieren los costos de lo que ensucian a las poblaciones río abajo. Por otro lado, el informe del TNRCC minimizó la contaminación y los daños ecológicos con estadísticas recortadas sobre los niveles de toxicidad, y con un Indice Biológico de Integridad muy corto y poco significativo, que eliminó la salinidad y los indicadores del cambio consecuente de la comunidad de peces (Kelly y Contreras, 1995).

Mi grupo ha desarrollado un Indice BioEcológico de Integridad para el Bajo Río Bravo, con resultados similares, valores descendentes desde 1964 y desde río arriba a río abajo, con una calidad relativa irregular de 75 a 15 (Contreras, et al., 2000), y estamos fundamentando IBEI's para las cuencas del Conchos, Nazas-Aguanaval, Salado, Alamo y San Juan. Con el

proporcionamos una lista de interacciones conocidas entre factores tanto terrestres como acuáticos en el ecosistema-cuenca, así como una gráfica que permite interpretar la dinámica principal entre dichos factores.

Cuadro 3. Indice Bio-Ecológico de Integridad (IBEI) para las localidades del Bajo Río Bravo, Colombia al Delta, entre 1964 y 1995 (Contreras-B., Edwards, Lozano-V., y García-R., 2000). IBI = Indice Biológico de Integridad, CQA = Calidad Química del Agua, SRP = Signos Relativos de Polución, ID = Insuficiencia de datos, IBEI = el promedio de las diferentes tablas, cada una con 10 o mas parámetros evaluados. TNRCC = Texas Natural Resource Conservation Commission (Estudio de 1994).

Localidades Rio Bravo	IBI	Habitat	CQA	SRP	IBEI	Calidad	TNRCC*
1. Rio Grande en Colombia	50					REGULAR	
2. Rio Grande en Nuevo Laredo	68	30	38	37	43	POBRE	67
3. Río Salado en Ribereña	73					BUENA	
4. Río Grande en Presa Falcón	54	75	32	57	55	REGULAR	
5. Río Alamo en Ribereña	65					REGULAR	
6. Río Alamo, boca	40					POBRE	
7 Arroyo El Saladito	ID	ID	ID	ID	ID	----	
8. Río San Juan, boca en #9	71	50				REGULAR	
9. Presa Marte R. Gómez	35					POBRE	
10. Rio Grande en Miguel Alemán	55					REGULAR	
11. Río San Juan en Rio Grande	29	55	25	64	43	POBRE	
12. Rio Grande en Díaz Ordáz	25	45	25	57	38	POBRE	(80)
13. Presa Anzaldúas	44	50	25	55	44	POBRE	67
14. Rio Grande en Nvo. Progreso	34					POBRE	(73)
15. Rio Grande en El Capote	28					POBRE	
16. Rio Grande en Matamoros	25	20	25	5	19	POBRE	63
17. Rio Grande en El Refugio	15					POBRE	
18. Rio Grande, boca	27					POBRE	

Nota: ID = Insuficiencia de datos. ( ) = Datos de la localidad mas cercana.

Los datos derivados del estudio de la ecología de los peces, muy extenso para el presente reporte, indica que los peces nativos han disminuído por uno o varios de los siguientes impactos: pérdida de calidad y cantidad de agua, baja de escorrentía anual, abatimiento de acuíferos, baja de equilibrio ecológico, alteraciones de habitat, aumento de turbidéz y de temperaturas (cambios de media anual, mínimas, máximas, estacionales, y oscilacion diaria), aumento de carga orgánica, diversos contaminantes, azolve con pérdida de áreas de reproducción, así como desforestación. Estas interacciones se ilustran en la Fig. 2. Las condiciones descritas indican que no se cumplen las premisas de la sustentabilidad, y que el convenio internacional actual es insuficiente e inadecuado, al no cubrir la calidad del agua, ni proteger biodiversidad ni ambiente. Las existencias de agua, disponibilidad en calidad y cantidad, son cruciales para el equilibrio ecológico y el desarrollo, por lo que una medida de su estado puede ser también una medida de su sustentabilidad, medidas en un porciento relativo. Se proporciona un criterio relativo sobre el uso de los IBEI's para evaluar la sustentabilidad. Si no se deja agua para que el río siga siendo río, y que sea útil aguas abajo,

no habrá agua para los peces nativos, ni para un desarrollo sustentable (Contreras y Lozano, 1993).

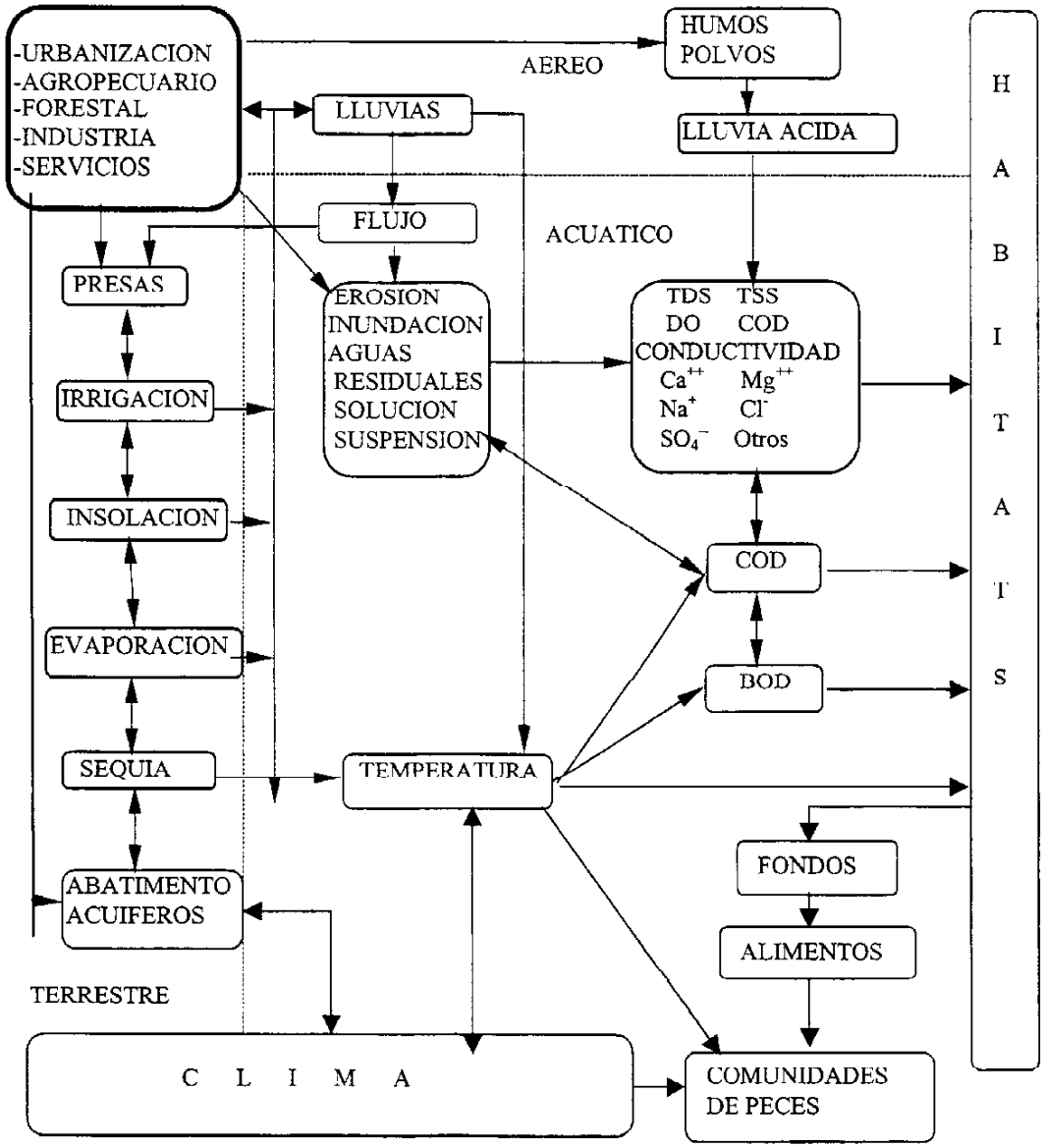


FIG. . PRINCIPALES INTERACCIONES ABIOTICAS ECOSISTEMICAS E IMPACTOS ENTRE SECTORES SELECCIONADOS DEL DESARROLLO, CLIMA, HABITATS Y PECES: A RESUMEN DEL LISTADO DEL APENDICE C, EN LOS TRES MEDIOS PRINCIPALES: AEREO, TERRESTRE, Y ACUATICO. FUENTE: CONTRERAS-BALDERAS, S., R. J. EDWARDS, M.L. LOZANO-VILANO, & M.E. GARCÍA-RAMÍREZ. 2000.

RECOMENDACIONES

1. Establecer una metodología básica para condicionar las nuevas obras del desarrollo dentro de la cuenca, públicas o privadas, a las disponibilidades reales del agua, cuya fe deben dar

las autoridades jurisdiccionales del ramo, en una autorización oficial. Para cumplir lo anterior, toda la información de la cuenca debe estar en bases de datos compatibles, abiertas a los ciudadanos, en forma que permita establecer las tendencias de tiempo en calidad y cantidad de agua y en biodiversidad.

2. Establecer los límites óptimos factibles para obtener la máxima restauración posible, elevando la calidad y cantidad del agua (por lo pronto manteniendo no menos del 10% de la escorrentía original en cualquier tramo de la cuenca, sujeto a investigación), y estableciendo los monitoreos adecuados.

3. Informar adecuadamente a la población civil de la realidad de la situación, para lograr su cooperación, e incorporar a las ONG's eco-ambientales al proceso de evaluación y decisión sobre el estado actual y el futuro de la cuenca.

LITERATURA CITADA

COMISIÓN INTERNACIONAL DE LÍMITES Y AGUAS / INTERNATIONAL BORDER AND WATER COMMISSION. 1923-1995. BOLETÍN HIDROLÓGICO.

CONTRERAS-BALDERAS, S. 2000. ANNOTATED CHECKLIST OF INTRODUCED AND INVASIVE FISHES IN MÉXICO, WITH EXAMPLES OF SOME RECENT INTRODUCTIONS. CAP. 2:33-54, EN: R. CLAUDI Y J.H. LEACH: NONINDIGENOUS FRESHWATER ORGANISMS VECTORS, BIOLOGY, AND IMPACTS. LEWIS PUBL.

CONTRERAS-BALDERAS, S., Y M.L. LOZANO-VILANO. 1993. WATER, ENDANGERED FISHES, AND DEVELOPMENT PERSPECTIVES IN NORTHEASTERN MEXICO. CONSERVATION BIOLOGY, 8(2):379-387.

CONTRERAS-BALDERAS, S., Y M.L. LOZANO-VILANO. MS. RETROGRESIÓN EN BIODIVERSIDAD DE PECES EN EL NE DE MÉXICO HASTA 1995.

CONTRERAS-B., R.J. EDWARDS, M.L. LOZANO-V., Y M.E. GARCÍA-R. 2000. . INTEGRATED ENVIRONMENTAL ASSESMENT OF THE BINATIONAL LOWER RIO GRANDE / RIO BRAVO BASIN, BY MEANS OF AN INDEX OF BIOECOLOGICAL INTEGRITY. ECOLOGY (FISHES). HARC / ITESM / UANL / BIOCONSERVACIÓN, A.C.

EDWARDS, R.J., Y S. CONTRERAS-BALDERAS. 1991. HISTORICAL CHANGES IN THE ICHTHYOFAUNA OF THE LOWER RIO GRANDE(RIO BRAVO DEL NORTE), TEXAS AND MEXICO. SOUTHWEST. NAT., 36(2):201-212.

EATON, D.J., Y D. HURLBUT, 1992. CHALLENGES IN THE BINATIONAL MANAGEMENT OF WATER RESORUCES IN THE RIO GRANDE / RÍO BRAVO. U.S. MEXICAN POLICY STUDIES PROGRAM, POLICI REPORT 2.

KELLY, M., Y S. CONTRERAS-BALDERAS, 1994. THE RIO GRANDE TOXICS STUDY: AN EVALUATION AND USER'S GUIDE. TEXAS CENTER FOR POLICY STUDIES, USA, 96 PP.

SCHMANDT, J. 1993. WATER AND DEVELOPMENT: THE RIO GRANDE/RÍO BRAVO. UT, LYNDON B. JOHNSON SCHOOL OF PUBLIC AFFAIRS, PRP 1992/93, 103 PP.

TAMAYO, J.L., 1962. GEOGRAFIA GENERAL DE MÉXICO. INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES ECONÓMICAS, MÉXICO, 4 VOLS. Y MAPERO.

TAMAYO, J.L., Y R.C. WEST. 1964. THE HYDROGRAPHY OF MIDDLE AMERICA. CAP. 3: 84-121. EN: R.J. WEST, HANDBOOK OF MIDLE AMERICAN INDIANS. NATURAL ENVIRONMENT AND EARLY CULTURES.

TNRCC. 1994. BINATIONAL STUDY REGARDING THE PRESENCE OF TOXIC SUBSTANCES IN THE RIO GRANDE/RIO BRAVO AND ITS TRIBUTARIES ALONG THE BOUNDARY PORTION BETWEEN THE UNITED STATES AND MEXICO, FINAL REPORT.

CAMBIOS EN EL SIGLO XX EN LOS MAMÍFEROS Y LOS HÁBITATS DE LOS MAMÍFEROS EN EL RÍO GRANDE/RÍO BRAVO DESDE FORT QUITMAN A AMISTAD

David J. Schmidly[1] Clyde Jones[2]

RESUMEN

Los enfoques combinados de archivos de historia natural y biología moderna en el terreno se utilizan para evaluar los cambios bióticos en la vegetación ribereña y comunidades pequeñas de mamíferos en el curso del Río Grande/Río Bravo y sus afluentes, desde Fort Quitman a Amistad. Los autores han realizado estudios en el campo y publicado extensivamente sobre el tramo del río desde Presidio a la Presa de la Amistad (consulte la bibliografía citada). No obstante, ningún estudio similar por parte de los autores, u otros autores, se realizaron en relación con los mamíferos de los tramos superiores del río, desde Ft. Quitman a Presidio.

Los cambios principales en los hábitats ribereños se asocian con la hidrología modificada, la cual ha afectado el canal del río y la invasión de especies de plantas exóticas que han cambiado notablemente el carácter de los hábitats ribereños. Como resultado de estas alteraciones, la fauna mamífera en el curso del río se ha modificado durante el siglo, revelando un conjunto fáunico dinámico más que estático. Los impactos humanos, que van desde la recreación, la agricultura a la contaminación, y posiblemente el cambio climático, han repercutido en esta dinámica.

Esta monografía documenta 68 especies de mamíferos, que representan aproximadamente una tercera parte de la fauna total de mamíferos de la región del Desierto de Chihuahua, los cuales dependen del río y de su hábitat ribereño en una parte importante de su ciclo de vida o lo utilizan como un corredor de dispersión. De éstos, solo tres (dos especies nativas y una especie introducida) son semiacuáticas y totalmente dependientes del río. Los mamíferos de preocupación especial en el corredor del Río Grande/Río Bravo incluyen especies poco comunes o en peligro de desaparición, aquellas que han sufrido extinciones de la población local, especies que parecen expandir su extensión geográfica con el uso del río y del hábitat asociado, como un corredor para la dispersión, y especies que

[1] David J. Schmidley, Professor of Biological Sciences and Vice President for Research, Graduate Studies, and Technology Transfer, Texas Tech University, Box 42006, Lubbock, TX, 79409-2006.

[2] Clyde Jones, Horn Professor Horn of Biological Sciences, Texas Tech University, Box 43131, Lubbock, TX, 79409-3131.

han sufrido cambios importantes en la concentración de población durante el siglo XX en relación con cambios importantes en los hábitats ribereños.

De acuerdo con el grupo de observación sin fines de lucro *American Rivers* (Ríos Americanos), el Río Grande es el séptimo río del país en mayor peligro. Las desviaciones masivas de agua y los proyectos propuestos para el control de inundaciones han modificado de manera sustancial el carácter del río. Las desviaciones para uso municipal y agrícola ya ocupan aproximadamente 95% del caudal anual promedio del Río Grande de manera tal que tramos prolongados del río están ahora secos (American Rivers, 2000). La canalización y las medidas para el control de las inundaciones han modificado el cauce del río y sus bancos, y la construcción de represas y las inundaciones han cubierto cientos de acres de hábitats ribereños y del cañón.

El Río Grande alto sigue esencialmente hasta El Paso, donde se desvía completamente al río de su canal para el uso humano. En los lugares en que el río es seco, los sedimentos y la vegetación han obturado el canal. El río no comienza a fluir nuevamente hasta aproximadamente 250 millas aguas abajo en la confluencia con el Río Conchos, en proximidades de Presidio. El Conchos alimenta al Río Grande con aproximadamente dos tercios de su caudal por debajo de ese punto, a pesar de que el Dique Granero en el Río Conchos en Chihuahua, México, restringe en gran medida el flujo de agua al Río Grande en ciertas épocas del año.

El corredor del Río Grande ofrece hábitat esencial para la flora y fauna silvestres a numerosas especies al cruzar la región del Desierto de Chihuahua. Muchas especies de flora y fauna silvestres dependen de las aguas superficiales para la supervivencia. Por otra parte, las aguas fluyentes y hábitats ribereños relacionados actúan como corredores de dispersión vitales para muchas especies y, por otra parte, como barreras eficaces para la distribución de otras especies. La abundancia y la composición de especies se han alterado dado que algunas especies se han extinguido a nivel local, otras especies han cambiado sus límites de distribución y especies nuevas han invadido la región. La naturaleza dinámica de la composición de la fauna de mamíferos en el corredor del Río Grande indudablemente continuará sufriendo el impacto de los seres humanos. A comienzos del siglo XXI, será cada vez más importante vigilar estos cambios y diseñar estrategias adecuadas para el ordenamiento responsable de este ecosistema frágil.

CAMBIOS EN EL RÍO

La comparación de fotografías históricas y recientes del corredor del Río Grande ofrece una perspectiva única y valiosa sobre los cambios que han ocurrido en los hábitats ribereños en el curso del río (vea las fotos 1-11). El debate a

continuación resume los cambios principales que han ocurrido en el curso del río durante el siglo XX.

Reducción del caudal y desvío de agua

El río y los hábitats adyacentes en el tramo seco del Río Grande/Río Bravo, desde Ft. Quitman a Presidio, han sido objeto de alteraciones muy marcadas. Cambios importantes en la hidrología en este tramo han producido el llenado y el estrechamiento del canal, así como el depósito de relleno en las desembocaduras de arroyos. La sección inferior del río desde Presidio a Amistad es abastecida por varios afluentes importantes, incluidos el Río Conchos, el Arroyo Terlingua, el Arroyo Tornillo, el Río Pecos, y el Río Devil, los cuales aportan volúmenes importantes de agua a este tramo del río. A pesar de que han ocurrido cambios, este segmento del río no ha cambiado tan drásticamente como el tramo de Ft. Quitman a Presidio.

Otro aspecto del agotamiento de los recursos hídricos ha sido el secado de diversos manantiales en la cuenca hidrográfica del Río Grande/Río Bravo. El agua de cada uno de los manantiales naturales en el Condado de Pecos se bombeó para riego hasta ocasionar el agotamiento en la década de los sesenta (Brune, 1975). Esto incluyó al menos ocho manantiales nombrados, muchos de los cuales eran en realidad manantiales múltiples. Los más importantes de estos fueron los Manantiales Comanche, una serie de seis manantiales grandes que formaban el Arroyo Comanche. En 1849 un Capitán en la Caballería de Estados Unidos describió a los manantiales como "una corriente clara de agua que surge con fuerza de la llanura, la cual no es percibida sino hasta que el viajero se encuentra inmediatamente sobre ella ... con abundancia de peces y tortugas de caparazón blando" (Brune, 1975). No obstante, el establecimiento del Fuerte Stockton en 1859 y el uso posterior del abastecimiento de los manantiales para el fuerte, una desmotadora (1904), y riego (a partir de 1875), disminuyeron el nivel de las capas freáticas y la descarga a partir de 1947. En marzo de 1961, ya no existía el caudal (Brune, 1975). El Condado de Val Verde originalmente poseía al menos 16 manantiales nombrados que alimentaban a los ríos Pecos, Devils y Grande. Actualmente, muchos de estos manantiales están secos o su flujo se ha reducido de manera considerable, mientras que otros han sido inundados por el rebosamiento de la Presa Amistad. La pérdida de tantos manantiales en el corredor del Río Grande/Río Bravo ha sido devastadora para la fauna local que dependía de estos manantiales en cuanto al abastecimiento de agua y el hábitat relacionado, y ha contribuido significativamente a la reducción del caudal en los arroyos y ríos de la cuenca hidrográfica del Río Grande.

Remoción de álamos y sauces e introducción de tamarix

Las fotografías y las descripciones de la región que datan de aproximadamente comienzos de siglo revelan un mosaico de hábitats de terrenos aluviales que incluyen pastizales abiertos, matorrales de mezquite, matorrales de sauces, bosques de álamos y humedales. La introducción y la dispersión rápida del tamarix (*Tamarix gallica*) ha alterado drásticamente este panorama al reemplazar a sauces y álamos naturales. El tamarix es un arbusto no nativo que se introdujo en la región del Río Grande y en otras zonas del oeste de los Estados Unidos a principios del siglo XX para controlar la erosión. La especie se convirtió en un invasor enérgico de pastizales húmedos, praderas naturales y hábitats ribereños, dispersándose a casi todos los ríos, arroyos, cursos de agua y marismas del sudoeste árido. Tiene escaso valor como forraje y no ofrece fuente de semillas para especies nativas; con excepción de servir de lugar para los nidos de algunos pájaros, su valor es escaso para la flora y la fauna silvestres. Lo que es aun más grave, el tamarix desplaza a la madera de frondosas y en el curso del Río Grande ha reemplazado plantaciones forestales nativas de álamos, sauces y alcotanes (*Baccharis*). Desde su introducción, el tamarix ha demostrado ser muy resistente y difícil de controlar, con recuperación rápida de la quema, las iniciativas para el control mecánico y el tratamiento con herbicidas.

La invasión de tamarix en el corredor del Río Grande ha reducido la diversidad vegetal y el establecimiento de un tipo de hábitat de monocultivo ha disminuido seriamente el abastecimiento disponible de alimentos y hábitats apropiados para muchas especies de flora y fauna silvestres. Por otra parte, el aumento en la densidad vegetal en las márgenes del río como resultado de la invasión de tamarix favorece a ciertas especies de mamíferos más que a otras y afecta directamente la composición y las distribuciones de las especies.

Inundación de la Presa Amistad

Otro cambio inducido por el hombre en los hábitats ribereños en el curso del Río Grande ha sido la construcción de represas y el llenado posterior del embalse. Antes de la construcción de la Presa Amistad, la región entre Langtry y Del Río comprendía principalmente cañones escarpados de ríos y lechos de riachuelos secos enmarcados con acantilados de caliza. A partir de la construcción del lago en 1968, se han inundado más de 100 millas de esta región de cañones de caliza.

La línea original de la costa del río y su vegetación ribereña relacionada de espadañas, cañas, y árboles de tabaco se eliminaron al inundar el lago. Dos poblaciones separadas de árboles (el Pistache de Texas, *Pistacia texana*, y el roble Chisos, *Quercus gravesii*) fueron eliminadas por la inundación de la represa (Schmidly y Ditton, 1978). La asociación ribereña se reemplazó con una asociación nueva, sobre la costa del lago, que incluía principalmente sauces,

algunas espadañas, malezas anuales y una variedad de matorrales y cactos, los cuales se exterminan periódicamente con el ascenso y el descenso de los niveles del lago.

Varios manantiales importantes y sus hábitats asociados también fueron inundados por la Presa Amistad. El Manantial Goodenough, una fuente artesiana ubicada originalmente 12 millas al sudoeste de Comstock, era el tercer manantial más importante en Texas antes de que fuera cubierto por las aguas de la Presa Amistad en 1968 (Brune, 1975).

Impactos en la recreación humana y el ganado

Las fotografías y las descripciones de la región que datan de comienzos de siglo aproximadamente muestran un hábitat ribereño dominado por álamos y sauces. No obstante, muchas zonas en las márgenes del río ya estaban expuestas a pastoreo excesivo por parte del ganado nacional. Este fue solo uno de muchos efectos humanos que cambiarían el panorama del río durante el siglo XX. A mediados de la década del setenta, la preocupación sobre los impactos humanos en los hábitats ribereños del Parque Nacional Big Bend y el área recreativa Amistad llevaron al Servicio Nacional de Parques a realizar estudios en esas zonas. Se vigilaron las repercusiones de actividades recreativas y el pastoreo del ganado en roedores terrestres y vegetación en hábitats ribereños (Boeer, 1977; Boeer y Schmidly, 1977; Ditton et al., 1977; Schmidly y Ditton, 1977; Schmidly y Ditton, 1978; Schmidly y Ditton, 1979; Schmidly et al, 1976).

Los resultados de estos estudios indicaron que el pastoreo excesivo del ganado nacional tuvo un efecto más devastador en la vegetación y las poblaciones de roedores que los impactos recreativos. El ganado que cruza ilegalmente desde México fue atraído a la zona ribereña dada la calidad y la variedad de los forrajes disponibles. Además, el impacto del ganado fue más generalizado en las áreas de estudio, mientras que los impactos humanos se centraron en torno a lugares de campamentos y senderos bien definidos. El estudio del impacto humano en el Parque Nacional Big Bend reveló que los impactos en los sitios habían ocurrido como resultado del uso para fines recreativos, pero no hasta el punto de poner en peligro condiciones ecológicas, como lo indicó la salud biológica de la fauna de roedores (Schmidly et al., 1976).

Contaminación

Los problemas en el curso del Río Grande incluyen vertidos de residuos peligrosos, efluentes municipales e industriales, reutilización para el riego y escorrentería municipal. El desmonte en hábitats ribereños para el cultivo ha sido exhaustivo en torno a El Paso y Presidio, que son los principales centros agrícolas en las márgenes del Río Grande al oeste de Texas. El uso alto de plaguicidas

llevó a la realización de muchos estudios a principios de la década del setenta para determinar si las acumulaciones de plaguicidas afectaban negativamente organismos existentes en esas zonas. Applegate et al. (1971) estudiaron los efectos de la distribución de DDT y paratión de metilo desde campos de algodón a la zona circundante en un radio de 30 millas de Presidio. Los autores examinaron las acumulaciones de plaguicidas en pájaros, lagartijas, roedores y liebres y determinaron que, si bien no parecía existir una relación directa entre los insecticidas y la mortalidad, tal vez exista una relación indirecta. Capacidad motora disminuida o cambios en el comportamiento parecieron ser evidentes en roedores; y liebres jóvenes con concentraciones altas de insecticidas presentaron tasas de mortalidad más altas. Afortunadamente, los plaguicidas en los hábitats del Desierto de Chihuahua parecieron descomponerse rápidamente como resultado de temperaturas altas del suelo, niveles elevados de radiación ultravioleta y suelos alcalinos.

Holmes (1970) encontró niveles peligrosamente altos de hidrocarburos clorados en muestras de grasas de ratas almizcleras provenientes del Condado de El Paso. Durante las temporadas de riego, el agua del canal se utiliza para inundar campos cultivados y el excedente de las aguas fluye a los drenajes. Esta escorrentía del exceso contiene restos de soluciones de productos químicos, defoliantes, y plaguicidas que se usan para tratar cultivos. Los hogares en la zona también tenían sistemas de alcantarillado que desembocaban en las zanjas de drenaje. Según Holmes (1970), la situación ocasionada por la contaminación de sustancias químicas más presión alta de retención podría seriamente poner en peligro la existencia de la rata almizclera en la zona de El Paso.

Más recientemente, Carranza et al. (1999) evaluaron la calidad del agua del Río Grande en el Parque Nacional Big Bend. Se cuantificaron veintiséis parámetros de calidad del agua en 10 sitios en el río; estos incluyeron propiedades físicas, concentraciones de sustancias químicas y densidades de bacterias coliformes fecales. En general, el Río Grande satisfizo las normas de calidad del agua en la mayoría de los sitios, a pesar de que hubo variaciones importantes en la calidad del agua en el curso del río, con una mejora de la calidad generalmente al atravesar el parque. El parámetro de la calidad del agua de mayor preocupación fue la contaminación con coliformes fecales. Niveles altos de contaminación bacteriana indicaron que el agua no debe considerarse potable, y los autores recomiendan que se debe advertir a los turistas que eviten el contacto corporal con el agua. Estos niveles altos de bacterias coliformes fecales probablemente provenían de aguas arribas donde las poblaciones humanas eran más altas. La fuente de la contaminación se consideró una combinación de desechos humanos, defecación de fauna silvestre y animales domésticos, y bacterias naturales.

Los estudios en la Cuenca baja del Río Grande han revelado contaminación generalizada con metales en peces, reptiles, y pájaros. A pesar de que no se

estudió anteriormente, los mamíferos posiblemente estén expuestos a riesgo de contaminación con metales pesados en la Cuenca del Río Grande también. No obstante, no se han realizado investigaciones para determinar la exposición a metales en la vida silvestre aguas arriba en la zona de Big Bend. Un proyecto propuesto será investigar la contaminación con metales pesados en las personas y los mamíferos en cercanías de una fundición de plomo fuera de funcionamiento en El Paso (comunicación personal, R. Kendall, Instituto de Salud Ambiental y Humana de Texas Tech University, Lubbock).

FAUNA DE MAMÍFEROS DEL CORREDOR RIBEREÑO DEL RÍO GRANDE/RÍO BRAVO

Se han recolectado u observado sesenta y ocho especies de mamíferos terrestres en los hábitats ribereños del corredor del Río Grande/Río Bravo desde Ft. Quitman a la Presa Amistad. Se enumeran a continuación a manera de lista de verificación con su condición actual (C = común; P = poco común; R = rara; A = amenazada; E = extirpada; I = introducida; M = migratoria). Esta lista de verificación se ha recopilado con el empleo de las siguientes fuentes: Bailey (1905), Mearns (1907), Borell y Bryant (1942), Boeer (1977), Boeer y Schmidly (1977), Schmidly (1977), Schmidly (1991), Hollander et al. (1992), Davis y Schmidly (1994), Yancey et al. (1995), Yancey y Jones (1996), Yancey (1997), Bradley et al. (1999), Dowler et al. (1999), Higginbotham et al. (1999), y Brant y Dowler (2000).

Marsupiales – Orden Marsupiales
- Oposum – Familia Didelfidae
  - Tlacuache *Didelphis virginiana* - P

Musarañas y topos – Orden Insectívoros
- Musarañas – Familia Soricidae
  - Musaraña menor *Cryptotis parva* – R
  - Musarañas del desierto *Notiosorex crawfordi* - R
- Topos – Familia Talpidae
  - Topo *Scalopus aquaticus* – R

Murciélagos – Orden Quirópteros
- Murciélagos – Familia Mormoopidae
  - Murciélago *Mormoops megalophylla* - C
- Murciélagos Vespertiliónidos– Familia Vespertilionidae
  - Murciélago *Myotis lucifugus* - R
  - Murciélago *Myotis californicus* - C
  - Murciélago *Myotis ciliolabrum* - P
  - Murciélago *Myotis velifer* - C
  - Murciélago *Myotis yumanensis* - C

Murciélago *Pipistrellus hesperus* - C
Murciélago *Pipistrellus subflavus* - R
Murciélago *Eptesicus fuscus* - C
Murciélago *Lasiurus blossevillii* - R
Murciélago *Lasiurus borealis* - P
Murciélago *Lasiurus cinereus* - M
Murciélago *Lasiurus seminolus* - R
Murciélago *Lasiurus xanthinus* - R
Murciélago *Nycticeius humeralis* - R
Murciélago *Euderma maculatum* - A
Murciélago *Antrozous pallidus* - C

Murciélagos guaneros – Familia Molosidae
Murciélago *Tadarida brasiliensis* - C
Murciélago *Nyctinomops femorosacca* - P
Murciélago *Nyctinomops macrotis* - P
Murciélago *Eumops perotis* - R

Armadillos, perezosos, y relacionados - Orden Xenarthra

Armadillos - Familia Dasipodidae
Armadillo con nueve bandas *Dasypus novemcinctus* - P

Lagomorfos – Orden Lagomorfos

Liebres y conejos – Familia Leporidae
Conejo del desierto *Sylvilagus audubonii* - C
Liebre de cola negra *Lepus californicus* - C

Roedores – Orden Roedores

Ardillas – Familia Sciuridae
Ardilla terrestre *Ammospermophilus interpres* - C
Ardilla terrestre *Spermophilus mexicanus* - C
Ardilla terrestre *Spermophilus spilosoma* - C
Ardilla de roca *Spermophilus variegatus* - C
Ardilla arbórea *Sciurus niger* - P

Tuzas – Familia Geomyidae
Tuza *Thomomys bottae* – C
Tuza *Geomys arenarius* - P
Tuza *Geomys personatus* – E (del área de estudio)
Tuza *Cratogeomys castanops* - C

Ratones de bolsas – Familia Heteromyidae
Ratón plateado *Perognathus flavus* - C
Ratón de Nelson *Chaetodipus nelsoni* - C
Ratón del desierto *Chaetodipus eremicus* C
Rata canguro Ord *Dipodomys ordii* - P
Rata canguro de Merriam *Dipodomys merriami* - P

Castor – Familia Castoridae
Castor americano *Castor canadensis* - P

Ratones y ratas – Familia Muridae

Ratón de campo *Peromysus eremicus* - P
Ratón de campo *Peromyscus leucopus* - C
Ratón de campo *Onychomys arenicola* - P
Ratón de campo *Sigmodon hispidus* - C
Ratón de campo *Sigmodon ochrognathus* - P
Rata de campo *Neotoma micropus* - C
Rata almizclera *Ondatra zibethicus* - R

Puerco espín – Familia Erethizontidae
Puerco espín *Erethizon dorsatum* - R

Nutrias – Familia Capromyidae
Nutria *Myocastor coypus* - I

Carnívoros – Orden Carnívora

Cánidos – Familia Canidae
Coyote *Canis latrans* - C
Zorra gris *Urocyon cinereoargenteus* - C

Osos – Familia Ursidae
Oso negro *Ursus americanus* - R

Prociónidos – Familia Procyonidae
Cacomixtle *Bassariscus astutus* - C
Mapache *Procyon lotor* – C
Coatí *Nasua narica* - R

Comadrejas y relacionados – Familia Mustelidae
Comadreja *Mustela frenata* - R
Zorrillo manchado *Spilogale gracilis* - P
Zorrillo rayado *Mephitis mephitis* - C
Zorrillo de espalda blanca *Conepatus mesoleucus* - P

Felinos – Familia Felidae
Puma *Felis concolor* - P
Lince *Lynx rufus* - P

Ungulados con pezuñas – Orden Artiodactyla

Jabalí – Familia Tayasuidos
Jabalí de collar *Tayassu tajacu* – P
Puerco común *Sus scrofa* - I

Ciervos – Familia Cervidae
Venado bura *Odocoileus hemionus* - P
Venado cola blanca *Odocoileus virginianus* - P

CAMBIOS EN EL SIGLO XX EN LA MASTOFAUNA

Biological Survey of Texas [Relevamiento Biológico de Texas] de Vernon Bailey, publicado en 1905, ofrece algunos de los primeros documentos sobre lOS mamífero en el corredor del Río Grande. Este trabajo fue complementado en 1907 con la publicación Mammals of the Mexican Boundary of the United States [Mamíferos de la Frontera Mexicana de los Estados Unidos] de E. A Mearns. No

obstante, el mencionado trabajo debía publicarse en dos volúmenes y el segundo volumen nunca se finalizó. De esta manera, la fauna descrita solo incluyó los grupos taxonómicos Didelfos hasta Múridos. En 1942, el trabajo de Borell y Bryant en la región del Big Bend se publicó como Mammals of the Big Bend Area of Texas [Mamíferos de la Región de Big Bend de Texas]. A finales de la década del setenta se publicaron dos resúmenes principales de mamíferos del corredor ribereño en el Parque Nacional de Big Bend (Boeer, 1977; Boeer y Schmidly, 1977). Más recientemente, el trabajo de Clyde Jones y otros han brindado registros nuevos de especies para la región Trans-Pecos, incluida la cuenca hidrográfica del Río Grande (Hollander et al., 1992; Yancey et al., 1995; Yancey y Jones, 1996; Yancey, 1997; Bradley et al., 1999; Dowler et al., 1999; Higginbotham et al., 1999; Brant y Dowler, 2000). Desafortunadamente, es escaso el trabajo disponible para documentar la mastofauna del Río Grande entre El Paso y la región de Big Bend en el curso del río desde Ft. Quitman a Presidio.

Especies poco comunes y en peligro de extinción

Diferentes mamíferos utilizan el hábitat ribereño y han comenzado a enfrentar riesgos dado que las márgenes de los cursos de agua en la cuenca hidrográfica del Río Grande/ Río Bravo están perdiendo su crecimiento vegetal natural típicamente verde y a menudo frondoso (Baker, 1990). Estos incluyen muchas especies poco comunes y en vías de extinción.

Los insectívoros (musarañas y topos) no son comunes en la región del corredor del Río Grande/ Río Bravo desde Ft. Quitman a Amistad. El único registro de una musaraña menor (*Cryptotis parva*) proveniente de esta región fue obtenido por Vernon Bailey en 1890 en Del Río donde recogió un espécimen en la base cubierta de hierbas del Arroyo San Felipe, un par de millas del punto en que el arroyo se une al Río Grande (Bailey, 1905). Se ha documentado a la musaraña del desierto (*Notiosorex crawfordi*) en el Río Grande en los condados de El Paso y Brewster, pero no es común tampoco (Schmidly, 1977). La presencia del topo (*Scalopus aquaticus*) en el corredor es un enigma. Solo se conoce un espécimen, obtenido en 1887, de toda la región Trans-Pecos. El lugar preciso de esta captura es desconocido; se tomó en el Condado de Presidio, que en ese momento incluía los condados actuales de Brewster, Jeff Davis, y Presidio (Baker, 1951). La falta de registros adicionales sugiere que los topos son extremadamente limitados en la región del Desierto de Chihuahua. Dado que prefieren suelos húmedos, arcillosos o arenosos generalmente se encuentran en suelos aluviales asociados con el Río Grande, los cuales son más aptos para la construcción de madrigueras subterráneas. Generalmente son escasos o no se encuentran en suelos demasiado arcillosos, pedregosos o con grava (Schmidly, 1977).

El murciélago (*Euderma maculatum*) es una especie en peligro de extinción incluido en la lista federal. A pesar de que ocupa una región bastante amplia en

los Estados Unidos y en el norte de México, la especie de murciélagos es una de las más exóticas y menos conocidas de América. La especie se conoce en Texas solo en el Parque Nacional Big Bend (Schmidly, 1991), donde se cree que se aloja en grietas y hendeduras de paredes de cañones profundos. Una gran cantidad de los especímenes conocidos se capturaron con redes sobre arroyos permanentes o charcos cerca de acantilados escarpados en zonas desiertas abiertas con matorrales. No es clara la dependencia de esta especie en hábitats ribereños, a pesar de que una fuente de agua abierta es indudablemente un componente importante de su hábitat.

Dos murciélagos del género *Lasiurus*, *blossevilli* y *xanthinus*, solo se han registrado recientemente en la cuenca hidrográfica del Río Grande/Río Bravo y aparentemente son muy poco frecuentes. *Lasiurus blossevilli* se conoce en Texas a partir de solo un espécimen proveniente de Sierra Vieja en el Condado de Presidio (Genoways y Baker, 1988). Se obtuvieron siete especímenes de *Lasiurus xanthinus* en los últimos años en la región del Big Bend (Bradley et al., 1999; Higginbotham et al, 1999) y las Montañas Davis (Jones et al., 1999).

A partir de la recolección de registros, los murciélagos (*Myotis lucifugus*) constituyen la especie más exótica de *Myotis* en Trans-Pecos. Solo se ha documentado un espécimen único proveniente de Ft. Hancock, Condado de Hudspeth (Schmidly, 1977). Este espécimen tal vez haya migrado y es posible que las poblaciones residentes de este murciélago no estén presentes en la zona del Río Grande.

Los únicos registros del murciélago (*Eumops perotis*) provienen de localidades cercanas al Río Grande en los condados de Val Verde, Brewster, y Presidio (Schmidly, 1977). Estos murciélagos residen en hábitats áridos en elevaciones más bajas donde prefieren cañones accidentados, rocosos y acantilados en los que las hendeduras constituyen sus refugios diurnos favoritos (Schmidly, 1991). Harry Ohlendorf (1972) ubicó y estudió una colonia de 73 murciélagos occidentales mastín en el Cañón Capote que está ubicado en el tramo del Río Grande cerca de Candelaria en el Condado de Presidio.

Sólo dos especies nativas de mamíferos, las cuales son roedoras, utilizan exclusivamente hábitats acuáticos en el corredor del Río Grande/Río Bravo, y ninguna de las dos (el castor americano, *Castor canadensis*, y la rata almizclera, *Ondatra zibethicus*) se desarrolló normalmente (Baker, 1990). El castor que habita en esta región es una subespecie diferente, *Castor canadensis mexicanus*, descrita por Bailey en 1913. Esta subespecie es morfológica y conductualmente diferente de otros castores de Texas. A diferencia de los primos orientales, los castores de la subespecie del Río Grande no construyen diques, sino que excavan madrigueras en el banco al nivel normal del río (Schmidly, 1977). A pesar de la presión alta de retención, el castor era todavía común en Río Grande, Pecos y

Devils a comienzos de siglo (Bailey, 1905). No obstante, esta especie es más dependiente de hábitats de corredores ribereños en cuanto a alimentos y refugio que cualquier otro mamífero en la región. El castor utiliza la vegetación ribereña nativa, como el sauce, la caña, el alcotán, el tabaco silvestre, y el álamo. No utiliza el tamarix que ha invadido el corredor del río y, dado que el tamarix ha reemplazado a los sauces y los álamos en el río, ha disminuido la población de castores. Schmidly (1977) informó que el castor se eliminó aparentemente en el Condado de El Paso, donde el río es seco con excepción de las inundaciones periódicas. En la región de Amistad, el número de castores disminuyó drásticamente después de la construcción del dique (Schmidly y Ditton, 1978). El castor también es inusual en el Río Pecos bajo (Schmidly, 1977; Strong y Bissonette, 1988) y el Río Conchos (Anderson, 1972).

Sorprendentemente, la rata almizclera ha tenido una supervivencia menos satisfactoria que el castor en los cursos de agua del Río Grande/Río Bravo (Baker, 1990). La rata almizclera del Río Pecos es una subespecie única de rata almizclera conocida solamente en la región de Trans-Pecos de Texas y el sur de Nuevo México. Fue descrita por primera vez por Vernon Bailey en 1902. Bailey (1905) informó sobre estas ratas almizcleras que provenían de toda la "extensión del Río Pecos y en algunos de los afluentes y el Río Grande cerca de la desembocadura del Pecos." La inundación de la Presa Amistad directamente produjo la extinción local de la subespecie en la desembocadura del Pecos (Schmidly y Ditton, 1978). Bailey (1905) también informó que la rata almizclera es común en los juncos en los bancos del Arroyo Comanche en Ft. Stockton. Esta población, y otras relacionadas con numerosos manantiales en la región de Trans-Pecos, se extinguió cuando se bombeó el agua de los manantiales para fines de riego. La Organización de Texas para Especies en Peligro de Extinción, un grupo de conservación sin fines de lucro, considera que la subespecie está en peligro de extinción en el estado. La rata almizclera del Río Pecos aparentemente ahora sobrevive en Texas solo en los canales de drenaje cerca de El Paso. De manera interesante, Bailey no informó sobre ratas almizcleras en la región de El Paso, lo que sugiere que la ocurrencia en esa región tal vez sea algo reciente. El único registro de esta rata del drenaje del Rio Conchos proviene de cercanías de la desembocadura de este arroyo en la ciudad Ojinaja, en la zona de Chihuahua (Anderson, 1972).

Se pensó alguna vez que el ratón de campo, *Sigmodon ochrognathus*, se limitaba a unos pocos hábitats aislados de tierras altas en la región de Trans-Pecos. No obstante, en los últimos tiempos, se notificó la existencia de la especie en muchas otras zonas en la región, incluidos hábitats ribereños de tierras bajas en el sistema de drenaje del Río Grande (Yancey y Jones, 1996; Yancey, 1997). A pesar de que se la considera exótica aun, la especie parecen ser más común que lo que se pensó alguna vez.

Se sabe que el coatí (*Nasua narica*) reside en el Río Grande desde Brownsville (Condado de Cameron) hasta Eagle Pass (Condado de Maverick), y Tabor notificó un espécimen (1940) proveniente de las Montañas Dead Horse del Condado de Brewster, aproximadamente 20 millas bajo Boquillas. Son limitados los conocimientos de la historia de vida o la abundancia de este carnívoro parecido al mapache; es una especie que realmente necesita estudio serio. La especie depende de hábitats ribereños con pequeñas masas de árboles y los animales necesitan zonas apreciables de los hábitats para mantener una población viable. La degradación y la pérdida de gran parte de los hábitats ribereños con pequeñas masas de árboles en el sur y el oeste de Texas podrían repercutir gravemente en las especies.

La comadreja (*Mustela frenata*) es un carnívoro poco usual que se encuentra en el Río Grande solo desde los condados de El Paso, Brewster, Terrell, y Val Verde (Schmidly, 1977). Esta especie no es común en ninguna otra parte del Desierto de Chihuahua.

Extinción de la población local

En unos pocos lugares, las poblaciones locales de especies, incluidas subespecies únicas, se han extinguido en el corredor del Río Grande/Río Bravo como resultado de cambios y alteraciones importantes en el hábitat. Bailey (1905) informó que la rata canguro (*Dipodomys ordii*) es común en el Valle del Río Grande en El Paso y Fort Hancock, y se observaron unos cuantos especímenes en un valle del afluente del Río Grande en las millas 6 y 20 al sur de Marathon. Borrel y Bryant (1942) observaron que la especie era poco usual y estaba restringida a la base del río en la región de Big Bend. No obstante, en 1978, Schmidly y Ditton (1978) informaron sobre la eliminación de la rata canguro del corredor del río como resultado del aumento en la cubierta basal y de copas por la dispersión del tamarix. La rata canguro en esta región se asignó a la subespecie *attenuatus*, y el tipo de localidad para la subespecie fue el Cañón de Santa Helena (Condado de Brewster). De esta manera, la subespecie se eliminó de la localidad de su tipo. Posteriormente, la subespecie fue considerada sinónimo de *Dipodomys ordii obscurus* por Baumgardner y Schmidly (1981).

Bailey (1905) informó sobre la tuza (ahora reconocida como *Geomys personatus*) en suelos arenosos del Río Grande en Del Río y en la desembocadura del Arroyo Sycamore. La inundación de la Presa Amistad destruyó los suelos arenosos profundos en los sistemas fluviales que constituyen los hábitats preferidos para esta ardilla, lo cual aparentemente ocasiona la extinción de la especie de la región (Schmidly y Ditton, 1978). Bailey (1905) especuló que la variedad de las especies podría haber incluido alguna vez el drenaje del Río Devils, pero el sistema de trampas de Bailey en el Río Devils solo resultó en la captura de

Cratogeomys y *Thomomys*. *Geomys personatus* es todavía común en suelos arenosos y arcillosos al sudoeste de Del Río y en la mayor parte del sur de Texas.

Expansión o dispersión de especies

El trabajo reciente en el terreno sugiere que el corredor del Río Grande sirve como conducto de dispersión para que muchas especies orientales de mamíferos hayan ampliado gradualmente sus regiones al oeste durante la última década. En otros cuantos casos, parece que sucede lo contrario (especies del oeste que se trasladan al este).

Schmidly (1977) especuló que los tlacuaches (*Didelphis virginiana*) estaban presentes probablemente en la región de Trans-Pecos en los hábitats ribereños relacionados con el Río Grande, a pesar de que la única documentación de la especie proveniente de la región fue un espécimen único tomado en 1924 en El Paso. No obstante, pruebas recientes sugieren que el tlacuache tal vez expanda su variedad a los hábitats ribereños de Trans-Pecos. Hollander et al. (1990) informaron sobre un espécimen del Condado de Terrell en cercanías del Río Pecos, y Hollander y Hogan (1992) informaron sobre un tlacuache del Condado de Jeff Davis, cerca del Arroyo Musquiz. A pesar de que aun no existen pruebas del tlacuache en el Río Grande, el hecho de que la especie prefiere hábitats ribereños y la expansión aparente de la cobertura en Trans-Pecos indican que el Río Grande puede servir como un corredor posible para la expansión de la región del tlacuache hacia el oeste.

La documentación sobre las expansiones territoriales ha sido muy prevalente para murciélagos en décadas recientes. Algunas especies orientales típicas de murciélagos que se han identificado recientemente en el corredor del Río Grande/Río Bravo o en sus cercanías incluyen el murciélago *Pipistrellus subflavus*, el murciélago *Nycticeius humeralis*, y el murciélago *Lasiurus seminolus* (Brant y Dowler, 2000; Dowler et al., 1999; Yancey et al., 1995). Sin embargo, al menos una especie de murciélagos se ha expandido hacia el este. Se ha documentado que el murciélago *Lasiurus xanthinus*, desconocido previamente al este del extremo sudoeste de Nuevo México, está presente en Texas en cercanías del corredor del Río Grande/Río Bravo (Higginbotham et al, 1999; Bradley et al., 1999) y al norte en las Montañas Davis (Jones et al., 1999).

Otros murciélagos también parecen expandirse en la región del Río Grande. El murciélago cara de fantasma, *Mormoops megalophylla*, es más generalizado y común en esta región que lo que se pensó anteriormente (Bradley et al., 1999; Yancey, 1997). Es también de interés el murciélago *Lasiurus borealis*, que cubre parte de la región y que puede encontrarse simpátricamente con el murciélago *Lasiurus blossevillii* en la Sierra Vieja (Jones y Bradley, 1999).

Documentos recientes indican que los osos negros (*Ursus americanus*) están regresando a Trans-Pecos Texas. Bailey (1905) los observó en el Cañón de Pecos del Condado de Val Verde, así como en lugares numerosos en las montañas Chisos, Davis, y Guadalupe, al comienzo del siglo XX. Pero a mediados del siglo, habían desaparecido virtualmente en toda la región. Iniciativas recientes para la conservación en el norte de México han llevado a aumentos en la población y algunos individuos, especialmente animales jóvenes, parecen utilizar el corredor del Río Grande como un conducto para la dispersión hacia el norte. Recientemente se observaron osos negros en el Refugio de Vida Silvestre Black Gap en las cercanías de Alpine, Texas.

Especies introducidas

La nutria o coypu (*Myocastor coypus*) es una especie no nativa de rata de agua que ahora está presente en las dos terceras partes del este de Texas, incluidos los afluentes del Río Grande en el oeste hasta el Condado de Terrell (Hollander et al., 1992). La especie se reproduce prolíficamente, a menudo pobla excesivamente una zona, y en estas condiciones la nutria compite directamente con especies nativas como aves acuáticas y ratas almizcleras. Será esencialmente importante vigilar la invasión de este mamífero en la región del Río Grande.

Los puercos comunes (*Sus scrofa*) se han esparcido en todo Texas y ahora constituyen una de las amenazas ecológicas más serias para el estado. Los bosques de monocultivos de tamarix en terrenos aluviales del Río Grande ofrecen el hábitat ideal y ahora se han esparcido en gran parte del corredor incluido el Parque Nacional Big Bend.

Cambios en los patrones de abundancia de especies

Otros cambios en la mastofauna incluyen aumentos en la abundancia de ciertas especies. Boeer (1977) examinó la fauna del corredor ribereño en el Parque Nacional Big Bend. Identificó que cambios importantes en la abundancia y la distribución eran evidentes para las dos especies de roedores en comparación con el informe de Borell y Bryant (1942). La abundancia de *Sigmodon hispidus* y *Peromyscus leucopus* en Big Bend había aumentado marcadamente durante el período que abarca desde la década del cuarenta a la década del setenta. Estas especies son roedores cricétidos que prefieren hábitats con cubierta del suelo considerable, y su aumento en la abundancia se relacionó directamente con cambios vegetales importantes en el curso del río dentro de los límites del parque. Específicamente, el cese de pastoreo extensivo del ganado permitió incrementar las densidades vegetales. En algunas zonas, se encontraron bosques de mezquite en lugares en que la base del río estuvo era antes abierta y con vegetación escasa. Otras zonas que anteriormente se cultivaron y explotaron desde el punto de vista agrícola eran al momento pastizales extensos. Fuera de los límites del parque la

densidad de la vegetación se modificó de manera similar como resultado de la dispersión del tamarix; Boeer (1977) especuló que estos cambios en la composición y la densidad vegetal tenían efectos profundos en la mastofauna del corredor del Río Grande.

La rata de campo (*Neotoma micropus*) fue el tercer roedor más abundante atrapado en el curso del río en el Parque Nacional Big Bend por Boeer (1977). Esta especie aparentemente prefiere bosques espesos de caña junto al río. Un aumento en la densidad vegetal en la margen del río probablemente favorezca a esta especie, al tiempo que el abastecimiento de agua en disminución no afectaría en gran medida a este roedor, el cual obtiene el agua de su alimento.

Algunas especies de mamíferos parecen haberse beneficiado de los cambios en la vegetación ribereña y las características costeras que resultan del rebosamiento de la Presa Amistad en 1968. El mapache (*Procyon lotor*) quizá es más común en la zona de Amistad que con anterioridad a la construcción de la presa. Bailey (1905) observó que en el oeste de Texas los mapaches eran especialmente abundantes en los valles del Río Grande, Pecos, y Devils. No obstante, Borell y Bryant (1942) informaron solo unos "cuantos" en el curso del Río Grande en el Parque Nacional Big Bend. Como el carnívoro más abundante en la región, el mapache ocupa un nicho ecológico importante en el corredor del Río Grande.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

La explotación por el hombre ha modificado en gran manera los hábitats ribereños del sudoeste y la tasa de modificación se ha incrementado significativamente en el siglo XX. Esto se debe en gran medida a presiones humanas cada vez más altas que incluyen: desvíos para riego y canalización de cursos de agua que han modificado mayormente las tasas y las cantidades de caudales de agua; inundación de tierras por la construcción de presas; desmonte de tierras para el cultivo a fin de aumentar la producción agrícola; pastoreo en exceso por parte del ganado nacional; introducción de plantas y animales exóticos; aumentos en la actividad recreativa humana (recorridos en balsas, campamento, caza, trampas, etc.) y la contaminación a partir de vertidos de desechos peligrosos, efluentes municipales e industriales; reutilización de flujos para riego, y escorrentería municipal que ha llevado a la acumulación de plaguicidas. El Río Grande/Río Bravo ha estado influenciado de una manera u otra por cada una de estas actividades.

De manera relativamente reciente, especialmente durante la última década, se ha obtenido gran cantidad de conocimiento sobre los mamíferos del corredor del Río Grande/Río Bravo y zonas adyacentes. Este incremento en el conocimiento se debe, al menos en parte, a los intereses de los organismos estatales y federales en inventarios biológicos de terrenos bajo su atención y ordenamiento. Ha sido de

especial interés el descubrimiento de especies nuevas y cambios percibidos en distribuciones geográficas de mamíferos en la región. Es posible que algunas especies hayan estado presentes en la zona y simplemente no se tuvieron en cuenta con anterioridad. No obstante, resultados detallados de estudios de mamíferos en la región fueron presentados por Bailey (1905), Easterla (1973), Schmidly (1977, 1991), Davis y Schmidly (1994), y otros. En México, se publicaron resúmenes detallados sobre los mamíferos de la región, como Baker (1956), Anderson (1972), y otros para Coahuila y Chihuahua, respectivamente.

Debe destacarse la importancia de la región de Trans-Pecos y Río Grande en cuanto a los murciélagos. La región ofrece una diversidad de tipos de hábitat y, en consecuencia, alberga a una variedad destacable de especies de murciélagos. Se han documentado veinte especies que representan a tres familias de los hábitats ribereños del corredor del Río Grande desde Ft. Quitman a la Presa Amistad. En realidad, más de la mitad de las especies de murciélagos conocidas en los Estados Unidos se encuentran en la región de Big Bend en Texas, y la mayoría utiliza los hábitats ribereños. Estas incluyen murciélagos que son importantes para la polinización de varias especies de plantas como agaves, así como murciélagos insectívoros que son responsables del control de muchas especies de insectos nocturnos, incluidos los mosquitos. De todos los grupos animales que se encuentran en esta región de Texas, los murciélagos son los más sensibles y fácilmente perturbables de todos. Este grupo debe recibir especial atención en lo referente a la situación de conservación en la región.

De las especies de murciélagos que se documentaron recientemente en la región, todas son habitantes típicos de la vegetación ribereña (Barbour y Davis, 1969; Schmidly, 1991). A principios del siglo XX, la mayoría de los árboles nativos asociados con la vegetación ribereña en la región fueron retirados por las personas (Wauer, 1980; Powell, 1988). Por ejemplo, a pesar de que los álamos nativos solían ser comunes en la zona, solo una arboleda y unos cuantos grupos dispersos de estos árboles nativos se conservan en el curso del Río Grande/Río Bravo entre Langtry al este y Presidio al oeste (Wauer, 1980). Sin embargo, se ha recuperado parte de la vegetación ribereña de perturbaciones anteriores como resultado de protección de estos hábitats frágiles, así como la plantación de árboles en algunas zonas (Wauer, 1980; Powell, 1988). Como consecuencia de la recuperación, la disponibilidad de hábitats ofrece oportunidades para que algunas especies expandan su cobertura geográfica en la zona.

Son difíciles de comprender los cambios en las distribuciones geográficas de los roedores. Cambios sutiles en distribuciones de roedores en partes de la región, como *Sigmodon ochrognathus*, tal vez reflejen fluctuaciones a largo plazo de poblaciones, cambios en los hábitats relacionados con fenómenos climáticos y elementos similares. El roedor acuático introducido, la nutria o coypu (*Myocastor coypus*) tal vez invada la región, en parte, como resultado de reducciones de

poblaciones y restricciones en la extensión de los castores nativos y la rata almizclera.

A una escala un tanto más amplia, algunos otros factores tal vez tengan importantes en las distribuciones geográficas de mamíferos en el corredor del Río Grande/Río Bravo y áreas adyacentes de los Estados Unidos y México, así como en otras regiones. Por ejemplo, sobre la base de los análisis de los modelos del Sistema de Información Geográfica, algunos efectos de cambios climáticos a nivel mundial en general, y recalentamiento de la atmósfera, en especial, se han anticipado con respecto a cambios en asociaciones de vegetación y distribuciones geográficas correspondientes y riqueza de especies de mamíferos (Cameron y Scheel, 1993; Scheel et al., 1996; Cameron y Sheel, inédito). Algunas redistribuciones bastante impresionantes de murciélagos en especial se predijeron sobre la base del recalentamiento de la atmósfera y fenómenos relacionados (Scheel et al., 1996). Además del cambio climático mundial en general, se ha demostrado que la contaminación por aerosoles de la atmósfera terrestre en aumento tiene un efecto sustancial en el clima al suprimir las precipitaciones (Toon, 2000). Debe observarse que la mayor parte del corredor del Río Grande/Río Bravo y zonas adyacentes ha experimentado un período de precipitaciones inferiores al promedio durante aproximadamente seis años.

A pesar de que los hábitats y las especies de mamíferos en el corredor del Río Grande/Río Bravo y zonas adyacentes revelan un grado alto de riqueza de especies, estos hábitats y faunas son bastante frágiles. Han sufrido y continuarán sufriendo impactos importantes por parte de todos los factores antes mencionados, entre otros. Aun resta mucho por alcanzar para que podamos comprender de manera integral los sistemas biológicos en esta región muy importante. En gran parte, información básica sobre hábitats ribereños es insatisfactoria y esto ha obstaculizado el desarrollo de planes de ordenamiento realistas que conserven eficazmente este recurso importante. Para los mamíferos, los pasos cruciales son controlar el consumo y la contaminación excesivos del abastecimiento limitado de agua, la ingeniería exagerada del lecho del río y hábitat ribereño frágil y la dispersión y la proliferación del tamarix.

Comenzando con el establecimiento del Parque Nacional Big Bend en la década del cuarenta, y continuando el resto del siglo, una gran parte de la tierra adyacente a Río Grande/Río Bravo desde Presidio a Langtry se ha preservado como parque estatal o zona de ordenamiento de la flora y la fauna silvestres o como parque federal o zona de recreación. No obstante, estos esfuerzos para la protección de la tierra no serán tan positivos a menos que se realicen iniciativas similares para proteger los caudales de agua y la calidad en el río.

RECOMENDACIONES PARA EL SIGLO XXI

Encuesta de base sobre mamíferos en el corredor alto desde Ft. Quitman a Presidio.

Muchos estudios han documentado el uso de los mamíferos del corredor ribereño en el Río Grande desde Presidio a la Presa Amistad. No obstante, es notoria la falta información en la zona de Fort Quitman a Presidio. Este tramo del río es generalmente seco pero experimenta caudal periódico como resultado de lluvias de inundación. Esto presenta una situación ecológica única, a diferencia de la situación de las secciones inferiores del río e indudablemente afecta el uso de los mamíferos del corredor. Es esencial que esta región reciba la atención adecuada de la investigación a fin de determinar el uso de los mamíferos antes de que se sugieran recomendaciones adecuadas para la conservación.

Vigilancia de hábitats y abundancia de especies desde Presidio a Amistad.

Modificaciones en los hábitats ribereños y la abundancia y la distribución de especies se han documentado correctamente en el siglo XX a partir de la región entre Presidio y Amistad. Será necesario continuar observando estos cambios en el siglo XXI a medida que los hábitats del corredor ribereño continúan sufriendo los efectos de los impactos humanos.

Determinar la condición del castor y la rata almizclada.

Los registros indican claramente que los cambios en los hábitats ribereños en el corredor del Río Grande han repercutido negativamente en las poblaciones de castores y ratas almizcleras. No obstante, la condición actual de estos roedores acuáticos no es bien conocida al momento y esfuerzos para conservar estas especies en la región deben incluir una encuesta completa de la abundancia y la distribución en el corredor del Río Grande y sus afluentes.

Supervisar la invasión de la nutria.

La invasión de este roedor acuático no nativo en la cuenca hidrográfica del Río Grande podría tener efectos devastadores para la fauna y la flora silvestres de la región. Las nutrias o coypu se reproducen con extrema facilidad y rápidamente son capaces de poblar en exceso una zona; a menudo destruyen hábitats esenciales para mamíferos nativos, como las ratas almizcleras, así como otra flora y fauna silvestres, como es el caso de las aves acuáticas. Será esencial monitorear de cerca la invasión de las nutrias en la cuenca hidrográfica del Río Grande/Río Bravo y, si fuera necesario, tomar medidas para limitar la abundancia de la especie.

Control y erradicación del tamarix

En este momento, los esfuerzos para controlar la dispersión del tamarix han tenido éxito limitado. Es esencial la investigación ininterrumpida sobre métodos mejores para controlar esta especie a fin de ordenar la proliferación de esta especie y sus efectos negativos en hábitats de mamíferos.

Vigilar el impacto del uso recreativo y el ganado en la extensión del río.

Con posterioridad a los informes de la década de los setentad, los cuales demostraron impactos humanos negativos mínimos en el corredor del Río Grande, las personas dedicadas a las actividades al aire libre se trasladaron prontamente a la región y el uso turístico del río aumentó marcadamente. A pesar del uso incrementado del corredor del río, y los seis años de sequía que la región ha experimentado, aun existe en la actualidad el potencial de expandir más el ecoturismo en la región. Diferentes parques y reservas en el corredor del Río Grande (Fig. 1) ofrecen oportunidades para muchos usos recreativos, como observación de pájaros, fotografía de la vida silvestre, campamentos, caminatas, escalada de roca, recorridos en balsa, canotaje y pesca. Sin embargo, el uso humano adicional de los recursos de esta zona frágil debe monitorearse y los recursos de la región deben mantenerse cuidadosamente a fin de dar respuesta a la demanda ininterrumpida de ecoturismo.

Lograr la participación de los terratenientes privados en ambas márgenes del río

A pesar de que se han establecido muchos parques y reservas en el corredor del Río Grande, gran parte de la tierra en las márgenes del río aun es propiedad privada. No puede existir la conservación eficaz sin el respaldo, la participación y la cooperación de los propietarios privados de tierras. Los administradores de tierras estatales y federales deben establecer una relación de cooperación con los propietarios de tierras y ofrecen incentivos para proteger el río y sus hábitats frágiles.

REFERENCIAS

American Rivers. 2000. Web site, www.amrivers.org/mer00Río.html.

Anderson, S. 1972. Mammals of Chihuahua taxonomy and distribution. Bull., Amer. Mus. Nat. Hist., 148:149-410.

Applegate, H. C., C. W. Hanselka, and D. D. Culley. 1971. Effect of insecticides on an ecosystem in the northern Chihuahuan Desert. Pp. 393-404 *en* Food, Fiber, and Arid Lands. Univ. Arizona Press, Tuscon.

Bailey, V. O. 1905. Biological survey of Texas. North American Fauna, No. 25, U. S. Bureau of Biological Survey, Washington, D.C. 222 pp.

Baker, R. H. 1951. Two new moles (genus *Scalopus*) from Mexico and Texas. Univ. Kansas Publ., Mus. Nat. Hist., 5:17-24.

Baker, R. H. 1956. Mammals of Coahuila, México. Univ. Kansas Pub., Mus. Nat. Hist., 9:125-335.

Baker, R. H. 1990. Future prospects for the depletion of mammalian populations in the Chihuahuan Desert region. Pp. 71-79 *en* Third Symposium on Resources of the Chihuahuan Desert Region, Chihuahuan Desert Research Institute, Alpine, Texas.

Barbour, R. W., and W. H. Davis. 1969. Bats of America. Univ. Press Kentucky, Lexington. 286 pp.

Baumgardner, G. D., and D. J. Schmidly. 1981. Systematics of the southern races of two species of kangaroo rats (*Dipodomys compactus and D. ordii*). Occas. Papers Mus., Texas Tech Univ., 73:1-27.

Boeer, W. J. 1977. Riparian mammals in Big Bend National Park and their interrelationships with visitor usage and impacts. M.S. Thesis, Texas A&M Univ., College Station. 122 pp.

Boeer, W. J., and D. J. Schmidly. 1977. Terrestrial mammals of the riparian corridor in Big Bend National Park. Pp. 212-217 *en* Symposium on the Importance, Preservation, and Management of the Riparian Habitat, 9 de julio de 1977, Tucson, Arizona.

Borell, A. E., and M. D. Bryant. 1942. Mammals of the Big Bend area of Texas. Publicaciones de la Univ. de Calif. en Zoología, 48(1):1-62.

Bradley, R. D., D. S. Carroll, M. L. Clary, C. W. Edwards, I. Tiemann-Boege, M. J. Hamilton, R. A. Van Den Bussche, and C. Jones. 1999. Comentarios sobre algunos mamíferos pequeños de las regiones de Big Bend y Trans-Pecos de Texas. Occas. Papers Mus., Texas Tech Univ., 193:1-6.

Brant, J. G., and R. C. Dowler. 2000. A survey of the mammalian fauna of Devils River State Natural Area, Val Verde County, Texas. Décimo octava reunión anual, Tex. Soc. Mammalogists. Resumen.

Brune, G. 1975. Major and historical springs of Texas. Junta para el Desarrollo de Aguas de Texas, Informe 189, Austin. 94 pp.

Cameron, G. N., and D. Scheel. 1993. A GIS model of the effects of global climate change on mammals. Geocarto International, 4:19-32.

Cameron, G. N., and D. Scheel. Inédito. Getting warmer: effect of global climate change on distributions of rodents in Texas. J. Mamm.

Carranza, C., M. Carias, M. Del Carmen Monarrez, M. Tarango, W. P. Mackay, R. Mena, N. Hallerud, and E. Ruiloba, Jr. 1999. Evaluation of water quality of the Río Grande in Big Bend National Park, Texas. Pp. 28-52 *en* Fourth Symposium on Resources of the Chihuahuan Desert Region, Chihuahuan Desert Research Institute, Ft. Davis, Texas.

Davis, W. B., and D. J. Schmidly. 1994. The mammals of Texas. Departamento de Parques y Flora y Fauna Silvestres de Texas, Austin. 338 pp.

Ditton, R. B., D. J. Schmidly, W. J. Boeer, A. R. Graege. 1977. A survey and analysis of recreational and livestock impact on the riparian zone of the Río Grande in Big Bend National Park. Pp. 256-266 *en* Actas del Symposium River Recreation Management and Research, 24-27 de enero, 1977, Minneapolis, Minnesota.

Dowler, R. C., R. C. Dawkins, and T. C. Maxwell. 1999. Range extensions for the evening bat (*Nycticeius humeralis*) in West Texas. Tex. J. Sci., 51:193-195.

Easterla, D. A. 1973. Ecology of the 18 species of Chiroptera at Big Bend National Park, Texas. Northwest Missouri State Univ. Studies, 34:1-165.

Genoways, H. H., and R. J. Baker. 1988. *Lasiurus blossevillii* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Texas. Tex. J. Sci., 40:111-113.

Higginbotham, J. L, L. K. Ammerman, and M. T. Dixon. 1999. First record of *Lasiurus xanthinus* (Chiroptera: Vespertilionidae) in Texas. Southwest. Nat., 44:343-347.

Hollander, R. R., and K. M. Hogan. 1992. Occurrence of the opossum, *Didelphis virginiana* Kerr, in the Trans-Pecos of Texas. Tex. J. Sci., 44:127-128.

Hollander, R. R., C. Jones, J. K. Jones, Jr., and R. W. Manning. 1990. Preliminary analysis of the effects of the Pecos River on geographic distribution of small mammals in western Texas. J. Big Bend Studies, 2:97-107.

Hollander, R. R., R. N. Robertson, and R. J. Kinucan. 1992. First records of the nutria, *Myocastor coypus*, in the Trans-Pecos region of Texas. Tex. J. Sci., 44(1):119.

Holmes, K. E. 1970. The ecological status, present and future, of *Ondatra zibethicus* in the lower Río Grande valley of El Paso County, Texas. Tesis M.S. inédita, Sul Ross State Univ., Alpine, Texas. 74 pp.

Jones, C., and R. D. Bradley. 1999. Notes on red bats, *Lasiurus* (Chiroptera: Vespertilionidae), of the Davis Mountains and vicinity, Texas. Texas J. Sci., 51:341-344.

Jones, C., L. Hedges, and K. Bryan. 1999. The western yellow bat, *Lasiurus xanthinus* (Chiroptera: Vespertilionidae), from the Davis Mountains, Texas. Texas J. Sci., 51:267-269.

Mearns, E. A. 1907. Mammals of the Mexican boundary of the United States. Bulletin 56, Part 1, Museo Nacional de los Estados Unidos, Washington, D.C. 530 pp.

Ohlendorf, H. M. 1972. Observations on a colony of *Eumops perotis* (Molossidae). Southwestern Naturalist, 17:297-300.

Powell, A. M. 1988. Trees and shrubs of Trans-Pecos Texas including Big Bend and Guadalupe Mountains National Parks. Asociación de Historia Natural de Big Bend, Parque Nacional Big Bend, Texas. 536 pp.

Scheel, D., T. L. S. Vincent, and G. N. Cameron. 1996. Global warming and the species richness of bats in Texas. Conservation Biology, 10:452-464.

Schmidly, D. J. 1977. The mammals of Trans-Pecos Texas. Texas A&M Univ. Press, College Station. 225 pp.

Schmidly, D. J. 1991. The bats of Texas. Texas A&M Univ. Press, College Station. 188 pp.

Schmidly, D. J., and R. B. Ditton. 1977. A survey of recreational and livestock impacts on the riparian zone of the Río Grande in Big Bend National Park. Informe del Servicio Nacional de Parques, Contract No. CX70050442, Santa Fe, Nuevo México. 159 pp.

Schmidly, D. J., and R. B. Ditton. 1978. Relating human activities and biological resources in riparian habitats of western Texas. Monografía presentada en National Symposium on Strategies for Protection and Management of

Floodplain Wetlands, and other Riparian Ecosystems, dec. 11-13, 1978, Callaway Gardens, Georgia.

Schmidly, D. J., and Ditton, R. B. 1979. Assessing human impacts in two national park areas of western Texas. Pp. 139-152 *en* Actas de la Conferencia Recreation Impact on Wildlands (R. Ittner, D. R. Potter, J. K. Agee, and S. Amschel, eds.). Servicio de Parques. Servicio Nacional de Parques de USDA, USDI. R-6-011-1979. 333 pp.

Schmidly, D. J., R. B. Ditton, W. J. Boeer, and A. R. Graefe. 1976. Inter-relationships among visitor usage, human impact, and the biotic resources of the riparian ecosystem in Big Bend National Park. Monografía presentada en First Conference on Scientific Research in National Parks, 9 de noviembre, 1976, New Orleans, Luisiana.

Strong, P. I., and J. A. Bissonette. 1988. Ecological implications of living in desert riparian habitats: beaver. Contribuciones del Second Symposium on Resources of the Chihuahuan Desert Region, Chihuahuan Desert Research Institute, Alpine, Texas. No. 17.

Tabor, F. W. 1940. Range of the coati in the United States. J. Mamm., 21:11-14.

Toon, O. B. 2000. How pollution suppresses rain. Ciencia, 287:1763-1765.

Wauer, R. H. 1980. Naturalist's Big Bend, an introduction to the trees and shrubs, wildflowers, cacti, mammals, birds, reptiles and amphibians, fish, and insects. Texas A&M Univ. Press, College Station. ix + 149 pp.

Yancey, F. D., II. 1997. The mammals of Big Bend Ranch State Park. Publicación especial No. 39, Museo de Texas Tech University, Lubbock. 210 pp.

Yancey, F. D., II, and C. Jones. 1996. Notes on three species of small mammals from the Big Bend Region of Texas. Texas J. Sci., 48:247-250.

Yancey, F. D., II, C. Jones, and R. W. Manning. 1995. The eastern pipistrelle, *Pipistrellus subflavus* (Chiroptera: Vespertilionidae), from the Big Bend region of Texas. Texas J. Sci., 47:229-231.

RÍO GRANDE/RÍO BRAVO: RÍO DE VIDA

F. Gus Sánchez[1]

RESUMEN

Esta presentación es una breve introducción sobre la historia del uso del Río Bravo en los Estados Unidos. Empieza con una relación histórica basada en estudios y datos arqeologicos e históricos y se dirige a los grupos indigenas pre-hispanicas que habitaron las tierras cerca del Río Bravo en años anteriores y sus estrategias para sobrevivir usando este recurso importante.

Exploraremos como esta relación histórica empezo a cambiar en tiempos recientes amenazando los valores naturales y economicos el Río Bravo como consecuencia del uso de la tecnología y el crecimiento de las poblaciones.

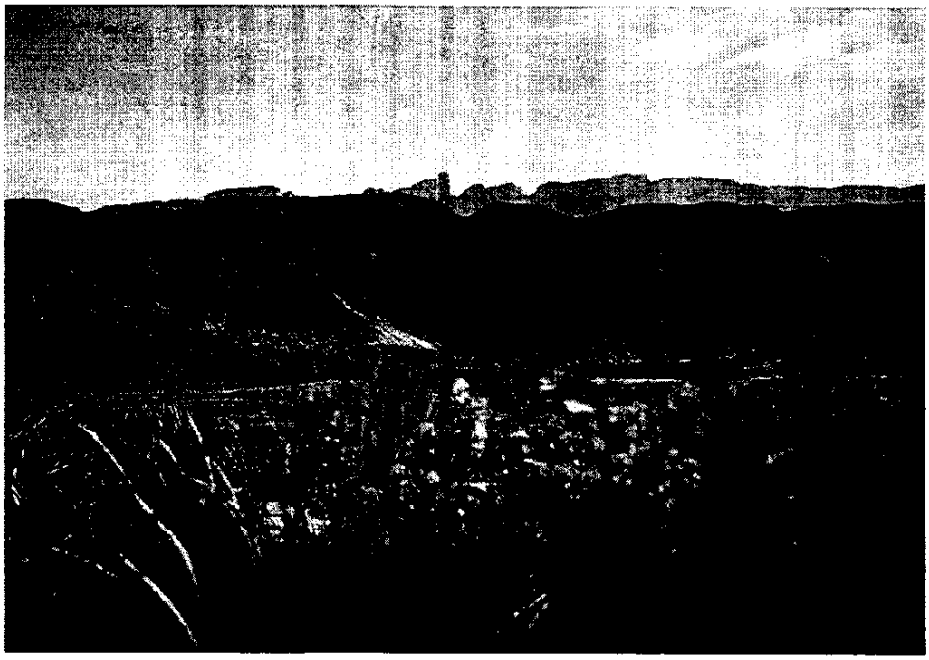
Este documento tratará la historia del Río Grande en los Estados Unidos en la región comprendida entre el actual Fort Quitman y la Represa Amistad. El Río Grande, con 1960 millas de longitud, es el quinto río más extenso en los Estados Unidos y su cuenca hidrográfica cubre 335.000 millas cuadradas[2]. Durante miles de años, diferentes culturas se sintieron atraídas por este río, uno de los pocos cursos de agua que riega el Desierto Chihuahuense. Incluso con anterioridad a los registros de la historia moderna, las personas utilizaron a este gran curso de agua como una fuente de vida, no solo con la provisión de agua a campos y el abastecimiento de agua potable, sino también con la dependencia de las plantas y los animales que habitan el ecosistema del Río Grande. Desde 1848 también sirve de frontera entre los Estados Unidos y México y es una parte importante de la identidad nacional de los Estados Unidos. No obstante, a pesar de que las personas utilizaron al río durante miles de años de manera sostenible, esta relación histórica comenzó a cambiar hace muy poco tiempo. El empleo generalizado de tecnología para el desarrollo y poblaciones en aumento

---

[1] Gus Sanchez, National Park Ranger, Servicio Nacional de Parques, P.O. Box 129, Big Bend National Park, Texas 79834

[2] "Most Endangered Rivers of 2000/Rio Grande," American Rivers, 2000, p.1

Fig. 1 Pintura india del Cañón Hot Springs[3]



amenazan los valores naturales y económicos de recursos naturales críticos. En los últimos años, el uso de tecnología para el desarrollo ha resultado en el uso humano de la mayor parte del caudal anual promedio del Río Grande, la destrucción del hábitat para la flora y la fauna, niveles incrementados de contaminación y salinidad río abajo y la disminución o la desaparición de muchas especies. El Río Grande está perdiendo su capacidad de preservar las plantas, la flora y la fauna silvestres y las personas que dependen del mismo.

A lo largo de la historia, las diversas culturas de la Cuenca del Río Grande han reconocido que el mismo río que formó los grandes cañones del Big Bend también fluye como una arteria desde el corazón de la tierra misma, dando vida a cada una de las regiones que atraviesa. Los sitios arqueológicos en ambas márgenes de la frontera internacional demuestran que las personas han utilizado a la zona del Río Grande durante aproximadamente 10.000 años. Muchos detalles de sus vidas se perdieron con el paso del tiempo; no obstante, al estudiar los lugares en que vivieron, los arqueólogos corroboran ciertos aspectos de sus existencias. Los pueblos prehistóricos del Desierto Chihuahuense sobrevivieron con la caza de animales nativos y con la recolección de plantas silvestres comestibles. Acampaban en cavernas y refugios rocosos cercanos a fuentes de agua tales como el Río Grande y sus afluentes, manantiales y vertientes en las rocas. Cazaban animales silvestres

[3] Fotografía cortesía de Tip O. Spann, aproximadamente 1947-1950.

por su carne y pieles, comían enebro, chumbera, corazón de pita, brotes de yuca, vainas de mezquite. Estas culturas fabricaban cestos, redes, tapetes y sandalias de mimbre y delgadas hojas largas de yuca. Dado que sabían que no podían permanecer por un tiempo prolongado en un lugar sin poner en peligro sus fuentes de alimentos, viajaban ligeramente y se trasladaban a menudo de un lugar a otro. Incluso al final del último período glaciar cuando el ecosistema del Desierto Chihuahuense poseía mucha más agua, restos de sus campamentos revelan que muchas de sus zonas predilectas para acampar se encontraban en las cercanías de manantiales que alimentan al Río Grande.

Las imágenes descoloridas en las paredes de los cañones en donde los ríos Pecos y Devil fluyen al Río Grande en cercanías del actual Lago Amistad son testimonio de los pueblos que dependían del Río Grande y de sus afluentes en la antigüedad. Al igual que con todas las culturas humanas, el agua era su necesidad más crítica y los cañones ubicados en el encuentro de estos tres ríos no solo constituyeron una fuente de agua amplia sino también un entorno que proveyó las plantas y los animales necesarios para la supervivencia de la cultura del Río Pecos. Los cientos de refugios rocosos con diferente arte en roca sobre las paredes constituyen pruebas de una cultura que existió aquí durante unos nueve mil años[4]. El arte en roca y los refugios son verdaderos recordatorios del hecho que las personas siempre han estado y siempre mantendrán vínculos con la fuerza vital de los ríos.

Se cree que Cabeza de Vaca y sus acompañantes fueron los primeros españoles que llegaron a la zona que denominamos actualmente región de Big Bend en los Estados Unidos. En 1535 se sorprendieron al encontrar un pueblo agricultor – probablemente los Jumanos – que vivían en casas reales en la unión de dos grandes ríos: el Río Grande y el Río Conchos. A finales del siglo XVI, exploradores españoles finalmente siguieron a de Vaca a este lugar, llamado "La Junta de los Ríos" por Cabeza de Vaca, de acuerdo con el recuento personal del viaje por de Vaca[5]. En este lugar encontraron a un grupo de aborígenes que llamaron los "Jumanos". Los Jumanos eran campesinos cuyos campos se extendían unas cuantas millas hasta el Río Conchos[6]. Se encontró a un segundo grupo de aborígenes cazando y reuniéndose en las montañas; los españoles también los llamaron Jumanos. Los agricultores Jumanos observados por los españoles a lo largo del Río Grande y el Río Conchos habían resuelto el misterio de la explotación agrícola exitosa durante períodos prolongados en el desierto con la ubicación de campos de

[4] Harry J. Shafer, *Ancient Texans* (Houston: Gulf Publishing Company, 1986) p.xiv.
[5] Arthur R. Gomez, *A most Singular Country: A History of Occupation in the Big Bend* (Salt Lake City: Centro Charles Redd para Estudios de Occidente de la Universidad de Brigham Young, 1990) p.7.
[6] Ron C. Tyler, The Big Bend: A History of the Last Texas Frontier (College Station: Imprenta de la Universidad A&M, Texas, 1975) P. 23.

riego en las llanuras aluviales del río. El incremento y el descenso anuales en el nivel del río contribuyeron a eliminar la acumulación de sales en el suelo, al tiempo que depositaron nuevamente aluvión rico en nutrientes. El resultado fue cosechas buenas año tras año.

Pero la explotación agrícola a lo largo del Río Grande no era el único aspecto de este gran río que era importante para los pueblos que vendrían a habitar esta zona. El 24 de noviembre de 1724, el Brigadier General Pedro de Rivera Villalon, encargó la inspección de la condición de las defensas de España en la frontera norte. Partió de la Ciudad de México en un viaje de inspección sin precedentes de las provincias internas con una duración de tres años y medio. La vasta experiencia militar de Rivera le permitió reconocer rápidamente al Río Grande como una barrera natural a posibles intrusos. Su primera recomendación al virrey fue colocar un cordón de presidios más o menos alineados con el curso serpenteante del río[7]. A pesar de que algunos de los presidios no lograron finalmente el control militar de la frontera norte, las tropas destacadas en ellos ratificaron la importancia del Río Grande no solo como una barrera natural contra los intrusos sino como un recurso natural.

A finales del siglo XIX, una zona del Río Grande comenzó a representar un tipo diferente de riqueza para algunos de los primeros habitantes no indígenas de la región de Big Bend. En 1882, un grupo de agrimensores certificados en representación de los ferrocarriles llegó a la región conocida actualmente como el Cañón Boquillas con la protección del Capitán C. L. Neville y un grupo de guardas forestales de Texas de la Compañía "E". En 1883, de acuerdo con los resultados de esta expedición, habían comenzado las actividades de minería en las montañas Del Carmen de México y surgió un asentamiento que se conoció como Boquillas, Coahuila, México. Al mismo tiempo, de 1882 a 1883, las líneas ferroviarias del Pacífico Sur y Galveston, Harrisburg y San Antonio se habían finalizado a través de TransPecos. Marathon, Texas, se convirtió en el cabezal ferroviario más cercano a las actividades mineras del norte de México. En los veinte años posteriores a 1888, muchas compañías especuladoras realizaron gran cantidad de actividades de minería en la zona[8].

En 1899, el Dr. Robert T. Hill lideró una expedición para Estudios de Geología de Estados Unidos y describió a la villa mexicana de Boquillas como "una villa densamente poblada de dos mil habitantes mexicanos"[9]. A pesar de que el Dr. Hill estaba describiendo a la ciudad mexicana de Boquillas del Carmen, Coahuila, México, directamente en frente al Río Grande se encontraba la ciudad de Boquillas,

---

[7] Arthur R. Gomez, *A most Singular Country: A History of Occupation in the Big Bend* (Salt Lake City: Centro Charles Redd para Estudios de Occidente de la Universidad de Brigham Young, 1990) p.14.
[8] Ibid,p. 98.
[9] Ibid, p.113.

Texas. Estas ciudades hermanas a lo largo del río surgieron por la alianza entre la Compañía Minera Puerto Rico de México y la American Smelting and Refining Company (ASARCO) (Compañía de Fundición y Refinamiento) de los Estados Unidos. La minería alcanzó su auge en esta zona durante la construcción y la operación de un teleférico que recorría seis millas para traer minerales de la mina Puerto Rico. Después de la disminución en el precio del mineral, el teleférico dejó de funcionar en 1919[10]. Estas grandes ciudades mineras no hubiesen sido posibles sin la fuente de agua que suministraba el Río Grande.

Fig. 2 Río Grande cerca de Boquillas, Texas[11]

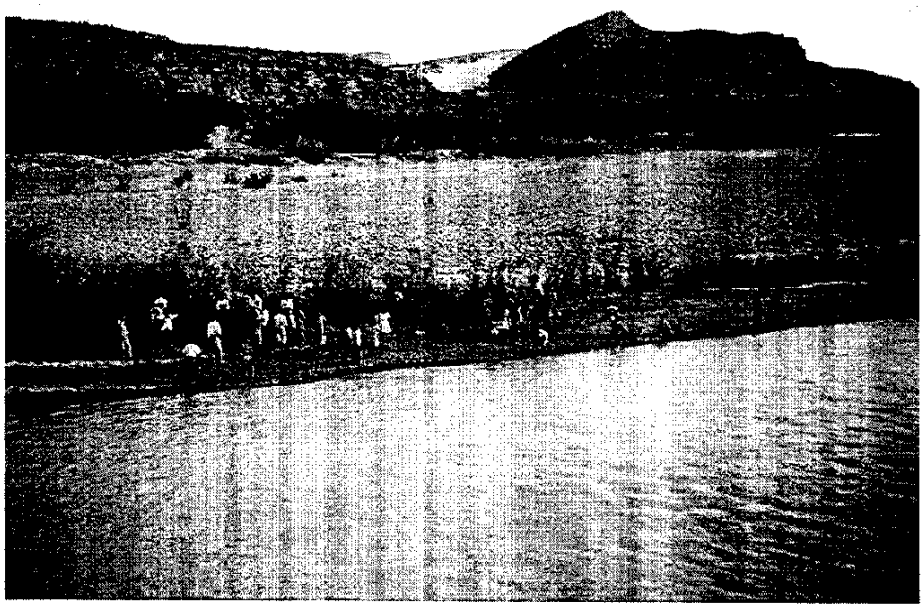
Con el cierre de las minas en la región de Boquillas, la explotación agrícola en la llanura aluvial del río se convirtió en la actividad más importante de la región. Martín Solís y su hijo Benito fueron algunos de los agricultores más prominentes en la región, con la operación también de un negocio en Boquillas, Texas hasta aproximadamente 1911. La explotación agrícola a lo largo del Río Grande fue también una manera importante de vida para los pueblos que habitaron la región de Castolón que ahora es el Parque Nacional Big Bend. Las familias mexicanas comenzaron a trasladarse a la zona a mediados del siglo XIX y, a comienzos del siglo XX, Cipriano Hernández fue uno de los primeros en comenzar la explotación

[10] Ibid, p.117.
[11] Foto cortesía de Tip O. Spann, aproximadamente 1947-1950.

agrícola en cercanías de lo que se conoce actualmente como Castolón. Cuando comenzaron a surgir otros asentamientos para la explotación agrícola cerca de Castolón, Hernández abrió un pequeño negocio en el que vendía provisiones a sus vecinos[12]. En la actualidad, el edificio del negocio se conoce como la Casa de Alvino, y se trata de la estructura de adobe más antigua del Parque Nacional Big Bend.

En años más recientes, no ha disminuido la dependencia humana de esta gran fuente de agua y, de hecho, se ha incrementado marcadamente. Río abajo desde donde el Río Conchos desemboca en el Río Grande se encuentra la comunidad agrícola de Presidio, Texas. Con aproximadamente 4000 habitantes, Presidio necesita no solo agua del Río Grande para su agricultura dispersa sino también para su sistema de agua municipal. Se debe considerar también que su comunidad hermana, Ojinaga, Chihuahua, alberga a más de 40.000 personas. A medida que viajamos río abajo, encontramos más explotación agrícola en lugares como Redford, Texas. Son altas las necesidades para el abastecimiento de agua para la explotación agrícola y el agua a nivel municipal en la zona de Del Río, Texas.

Fig. 3 Río Grande en cercanías de Boquillas, Texas[13]



Los tiempos modernos también han identificado otra razón para que las personas se

[12] Ibid, pp.156-157.

[13] Foto cortesia de Tip O. Spann, aproximadamente 1947-1950.

sientan atraídas al Río Grande. Anualmente, la zona del Desierto de Chihuahuan, la cual denominamos el Parque Nacional Big Bend y el Río Grande Silvestre y Panorámico, recibe a miles de visitantes interesados en recorrer el Río Grande en canoas. Un viaje por los grandes cañones continúa siendo una experiencia sensacional y memorable por la cual es posible comunicarse con la grandeza de la naturaleza. De igual manera, miles de turistas disfrutan de las oportunidades recreativas del Lago Amistad en el Área Recreativa Nacional de Amistad.

Pero todos estos ejemplos coloridos de la dependencia que hemos generado del Río Grande a lo largo de la historia comienzan a desaparecer cuando examinamos los grandes cambios ambientales en el Río Grande en los últimos tiempos. Poblaciones crecientes y el uso extenso de tecnología para el desarrollo amenazan los valores naturales y económicos de este recurso natural esencial. De acuerdo con la Oficina de Censos de los Estados Unidos, la población en la región limítrofe a lo largo del Río Grande está creciendo a una tasa dos veces más alta que la tasa de Texas en su totalidad[14]. Las proyecciones para la población de Texas para los condados en las márgenes del Río Grande prevén un crecimiento poblacional de 2.229.854 en el año 2000 a 5.172.571 en 2030.

Fig. 4 Proyecciones para la población de Texas[15]

Año	Población del estado	Población de los condados limítrofes
1990	16.986.510	1.674.706
2000	20.454.074	2.229.854
2010	24.253.741	2.914.506
2020	28.804.746	3.933.876
2030	33.958.455	5.172.571

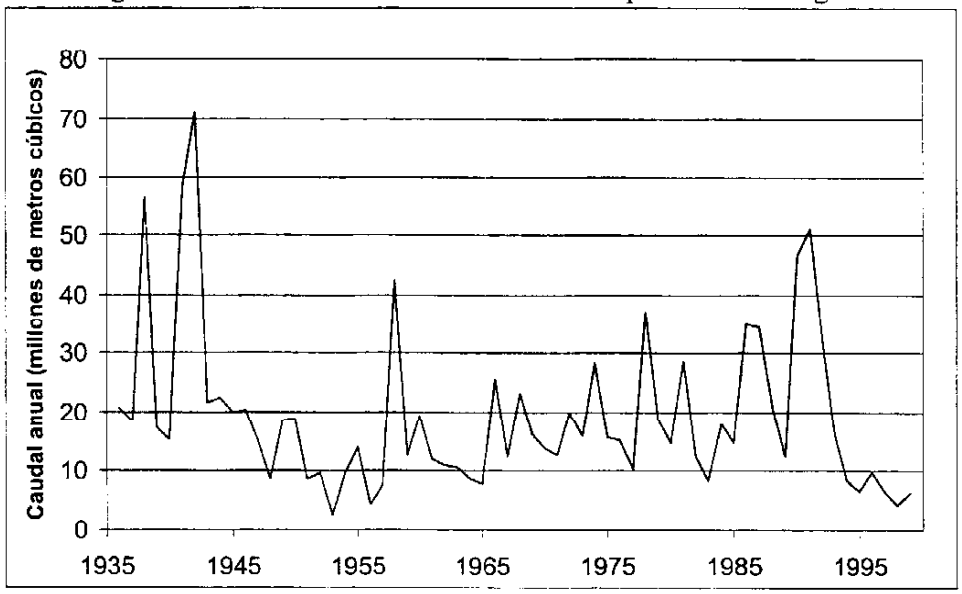
[14] "Border Issues Report" Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas, 2000, p.2.

[15] Centro de Datos del Estado de Texas y Centro para la Investigación y la Educación Demográfica y Socioeconómica, Universidad A&M, Texas, agosto de 1998.

No se puede estudiar este tipo de crecimiento poblacional sin darse cuenta de que estas poblaciones necesitan agua del Río Grande y sus afluentes. En la actualidad, la Represa Elephant Butte en Nuevo México, aguas arriba de El Paso/Cuidad Juárez, suministra agua para los usuarios de Nuevo México, los usuarios de Texas en los condados de El Paso y Hudspeth, y 60.000 acres/pies por año a México. La mayor parte del agua se extrae para uso en el sur de la región de Nuevo México y El Paso. En consecuencia, a menudo el Río Grande prácticamente no tiene caudal entre Fort Quitman, 78 millas al sur de El Paso, y Presidio[16].

Hemos interrumpido el flujo natural del Río Grande en una escala tan prominente que es difícil predecir los efectos a largo plazo. Los registros del caudal del Río Grande que se mantienen en el Parque Nacional Big Bend revelan que en 1995 habíamos alcanzado muy rápidamente niveles de caudal similares a los de la sequía histórica de la década de los cincuenta a pesar de que la sequía no fue tan severa. Ciertamente, la restricción del caudal y el uso incrementado del río tuvieron un impacto en este curso de agua importante.

Fig. 5 Caudal anual del Río Grande en el Parque Nacional Big Bend[17]



[16] "Border Issues Report" Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas, 2000, p.6.

[17] División de Ciencia y Gestión de los Recursos, Servicio Nacional de Parques, Parque Nacional Big Bend, 1997.

La restricción del caudal de agua en este tramo del Río Grande ha generado muchos otros efectos. El tamarisco, denominado también Salt Cedar, una especie invasora no nativa, se ha tornado prolífica en este tramo generalmente seco del Río Grande. Dado que el tamarisco no tiene enemigos naturales en el ecosistema, crece con fuerza y se puede esparcir a cursos de agua. Pero un árbol de tamarisco totalmente desarrollado espira cientos de galones de agua diariamente, intensificando aun más el problema del caudal del Río Grande. El tamarisco también supera a las especies nativas en el corredor del Río Grande, cambiando totalmente la vida vegetal en el ecosistema del río. Muchas especies nativas no pueden sobrevivir con este hábitat altamente modificado. Irónicamente, la interrupción del flujo natural del Río Grande fue un factor importante para permitir al tamarisco dominar esta zona del río.

El uso intenso del agua del Río Grande también significa que la calidad del agua disminuye. La salinidad del agua en este gran río es alta por la restricción de su caudal. El caudal del Río Grande a Fort Quitman presenta los niveles más altos de salinidad y contenido de sodio[18]. Lecturas que se realizaron en el Río Grande en el transcurso del último año en el Parque Nacional Big Bend también revelan niveles altos de salinidad[19]. Por otra parte, a pesar de que hay unas cuantas ciudades importantes y relativamente escaso desarrollo industrial a lo largo del Río Grande, entre Fort Quitman y Amistad, otros tipos de contaminantes están apareciendo en el río incluso en esta parte distante del Desierto de Chihuahuan. Los gobiernos de México y los Estados Unidos realizaron un estudio conjunto sobre las sustancias tóxicas en el Río Grande/Río Bravo desde 1992 a 1994. Los resultados, que se dieron a conocer en septiembre de 1995, determinaron que aguas arriba, en el Río Grande desde la confluencia con el Río Conchos cerca de Presidio/Ojinaga, se observa potencial leve a moderado de repercusiones químicas tóxicas[20]. El Río Grande está perdiendo su capacidad de preservar las plantas, la flora y la fauna silvestres y las personas que dependen del mismo.

El Río Grande, desde Fort Quitman a Amistad, es parte de este río que fluye por un tramo silvestre y accidentado del Desierto de Chihuahuan. Dadas las poblaciones relativamente pequeñas que habitan a lo largo de este tramo del Río Grande, se lo denominó algunas veces "la parte olvidada del río". Incluso cuando los valores naturales y silvestres de este gran río se ven amenazados a lo largo de este tramo remoto de su curso, por la tecnología para el desarrollo y el uso humano, es un símbolo para estas dos grandes naciones que es tiempo de tomar medidas a fin de conservar y mantener lo que nos da vida. Nací y crecí solo unas cuantas millas al

[18] S. Miyamoto, L.B. Fenn, y D. Swietlik "Flow, Salts, and Trace Elements in the Rio Grande: A Review" Universidad A&M, Texas, 1995. P.9.
[19] División de Ciencia y Gestión de los Recursos, Servicio Nacional de Parques, Parque Nacional Big Bend, 2000.
[20] "Rio Grande Toxic Substances Study Summary" Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas, 2000, p.1.

norte del Río Grande. Viví la mayor parte de mi vida cerca de este río. Mi abuelo era un campesino que regaba sus cultivos con agua desviada del Río Grande. Durante mi vida, llegué a comprender que a lo largo de la historia, para todos los pueblos que habitan a lo largo del Río Grande, este río no es solo un símbolo de vida sino que es vida. Considero sinceramente que nuestras dos grandes naciones no deben fallar en el intento por restablecer una relación sostenible con este recurso natural esencial. Los pueblos de la región fronteriza que habitan en las márgenes de este gran río reconocen que, a pesar del transcurso del tiempo y de los contrastes de la tierra y las personas de la región, la vida aquí continúa unida por una fuerza magnética y vital conocida como Río Grande.

HISTORIA O EVOLUCION DE LOS USOS DEL AGUA

Ing. Roberto Cortes Ocampo[1]

RESUMEN

La región administrativa VI, Rio Bravo esta integrada por cuatro regiones hidrológicas, 24, 25, 34 y 35, las cuales estan subdividas en subregiones como son, Alto, Medio y Bajo Bravo, Conchos, Cuencas Cerrada del Norte y San Juan, ubicándose el tramo Fort Quitman-Presa la Amistad en las Subregión Conchos y Alto Bravo.

Marco Juridico

La Ley de Aguas Nacionales se sustente en la Constitución Political de los Estados Unidos Mexicanos Articulo 27 fracción V.

A través de los años se han emitido leyes con el fin de regular la explotación de los recursos hidraulicos: Ley Sobre Irrigación con Aguas Federales (4-ene-1926), ley de Dotaciones y Restituciones de Tierras y Aguas (23-abril-1927), Ley de Aguas de Propiedad Nacional (6-ago-1929, 30-ago-1934, 22-oct-1945), Ley de Riego (30-dic-1946), Ley Federal de Aguas (30-dic-1971) y la Ley de Aguas Nacionales (1-dic-1992) acutalmente en vigor.

Usos Históricos

Como en todo el pais, los usos del agua históricamente han sido predominantemente agrícolas y en menor escala publico urbano, pecuario e industrial, con una evolución en el transcurso del tiempo, en cuanto al constante incremento de los conflictos entre los propios sistemas de usuarios, esto debido a la escasa disponbilidad del recurso y a los prolongados periodos de sequia, como en el caso de la que se ha presentado en la region durante la ultima década.

Programa de Regularización

Con las estrategias implementadas por el Ejecutivo Federal, al emitir dos Decretos Presidenciales de facilidades, tanto administrativas como fiscales, actualmente se tiene concluidad la regularización del 98 porciento de los usuarios, los cuales ya

---

[1]Ing. Roberto Cortes Ocampo, Subgerente de Admon. Del Agua En La Region Rio Bravo, Comisión Nacional del Agua, Gerencia Regional Río Bravo, rcortes@grrb.cna.gob.mx

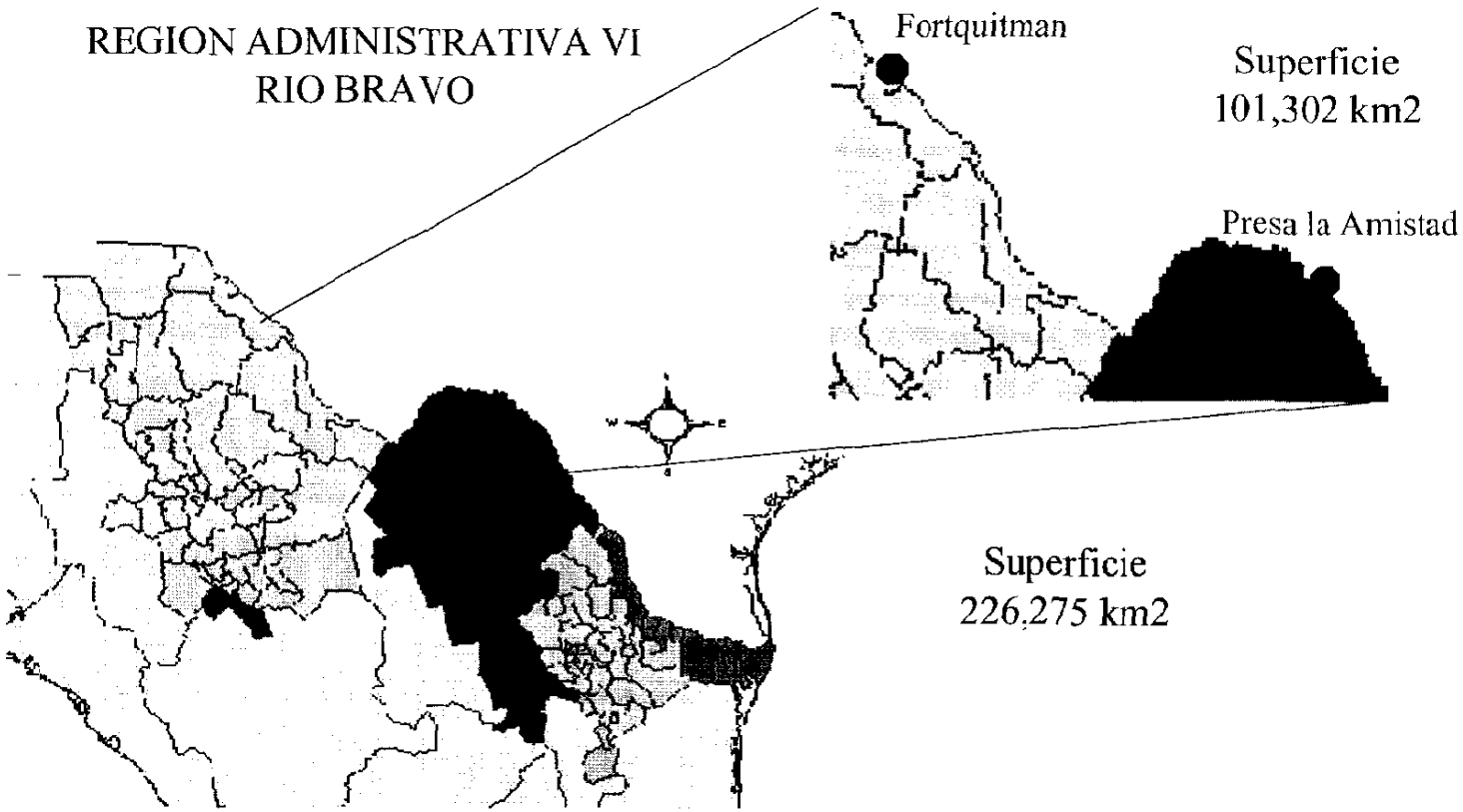
cuentan con un titulo de concesión que les otorga la seguiridad juridica en cuanto al uso o explotación de las Aguas Nacionales, fortaleciendo las bases para eficientar el escaso recurso e incentivar los mercado del agua.

HISTORIA O EVOLUCION DE LOS USOS DEL AGUA

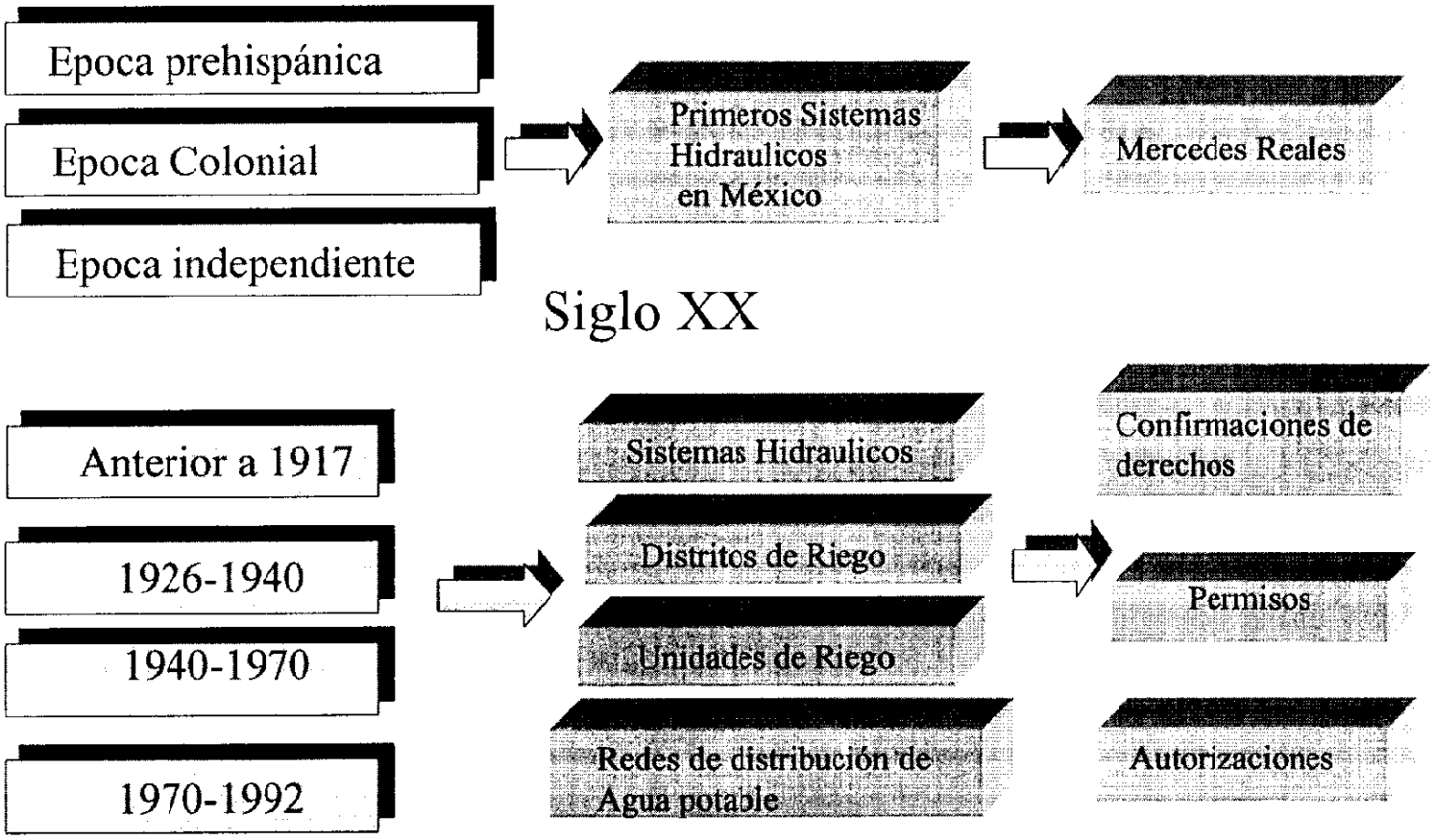
Comisión Nacional del Agua
Gerencia Regional Río Bravo

ING. ROBERTO CORTES OCAMPO
SUBGERENTE DE ADMON. DEL AGUA
EN LA REGION RIO BRAVO
rcortes@grrb.cna.gob.mx

UBICACIÓN GEOGRAFICA DE LA CUENCA



HISTORIA DE LOS USOS DEL AGUA



EVOLUCION DEL MARCO LEGAL

- Ley sobre Irrigación con Aguas Federales (1926)
- Ley de Dotaciones y Restitución de Tierras y Aguas (1927)
- Ley de Propiedad de la Nación (1929, 1934, 1945)
- Ley de riego (1946)

→

- Accesiones
- Permisos Precarios
- Dotaciones
- Concesiones
- Permisos Provisionales

- Ley Federal de Aguas (1971)

Ley de Aguas Nacionales (1992) → Titulo de Concesión o Asignación

LEY DE AGUAS NACIONALES Y SU REGLAMENTO

Titulo Cuarto "Derechos de uso o aprovechamiento de aguas nacionales"

- Concesiones y Asignaciones
- Obligaciones de los usuarios
- Transmisiones de derechos

Seguridad jurídica, efectos legales frente a terceros y frente a la Autoridad.

Transmisión de derechos en zonas reglamentadas de veda o de reserva en forma separada de la propiedad.

Titulo Sexto "Usos del agua"

- Agrícola
- Publico Urbano
- Generación de energía eléctrica
- Otras actividades productivas

Titulo Séptimo "Prevención y control de la Contaminación"

- Programas integrales de protección de los recursos hidraulicos
- Normas Oficiales Mexicanas
- Vigilar que el agua de consumo humano cumpla con las normas de calidad correspondiente
- Promover e implementar las medidas necesarias para prevenir la contaminación de aguas superficiales y del subsuelo

→ **Preservación, conservación y mejoramiento de la calidad del agua**

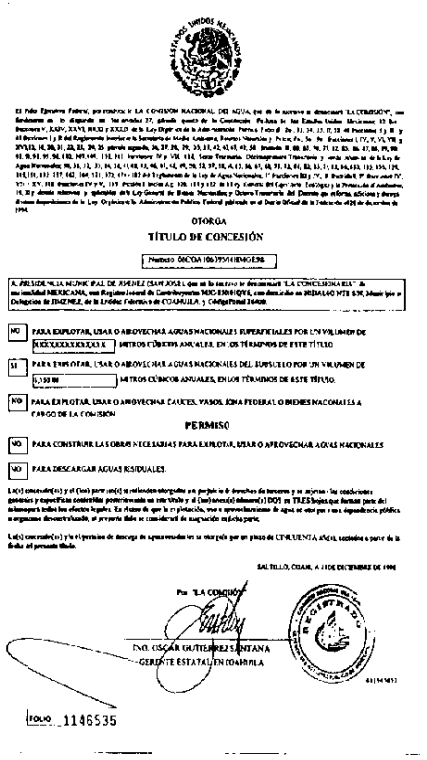
TITULO DE CONCESION
PRINCIPALES CONDICIONES GENERALES

Las concesiones y asignaciones son de interes publico, y quedan sujetas a las disposiciones que establece la Ley de Aguas Nacionales y su reglamento.

Que el concesionario establezca las medidas necesarias para la prevención y control de la contaminación.

Cumpla con las Normas Oficiales Mexicanas para el uso eficiente del recurso y realizar su reuso.

Sujetarse a la reglamentación de Acuíferos para su estabilización y recuperación.



OTORGA

TÍTULO DE CONCESIÓN

SI PARA EXPLOTAR, USAR O APROVECHAR AGUAS NACIONALES DEL SUBSUELO POR UN VOLUMEN DE 0.150 00 METROS CÚBICOS ANUALES, EN LOS TÉRMINOS DE ESTE TÍTULO.

NO PARA EXPLOTAR, USAR O APROVECHAR CAUCES, VASOS ZONA FEDERAL O BIENES NACIONALES A CARGO DE LA COMISION

PERMISO

NO PARA CONSTRUIR LAS OBRAS NECESARIAS PARA EXPLOTAR, USAR O APROVECHAR AGUAS NACIONALES

NO PARA DESCARGAR AGUAS RESIDUALES

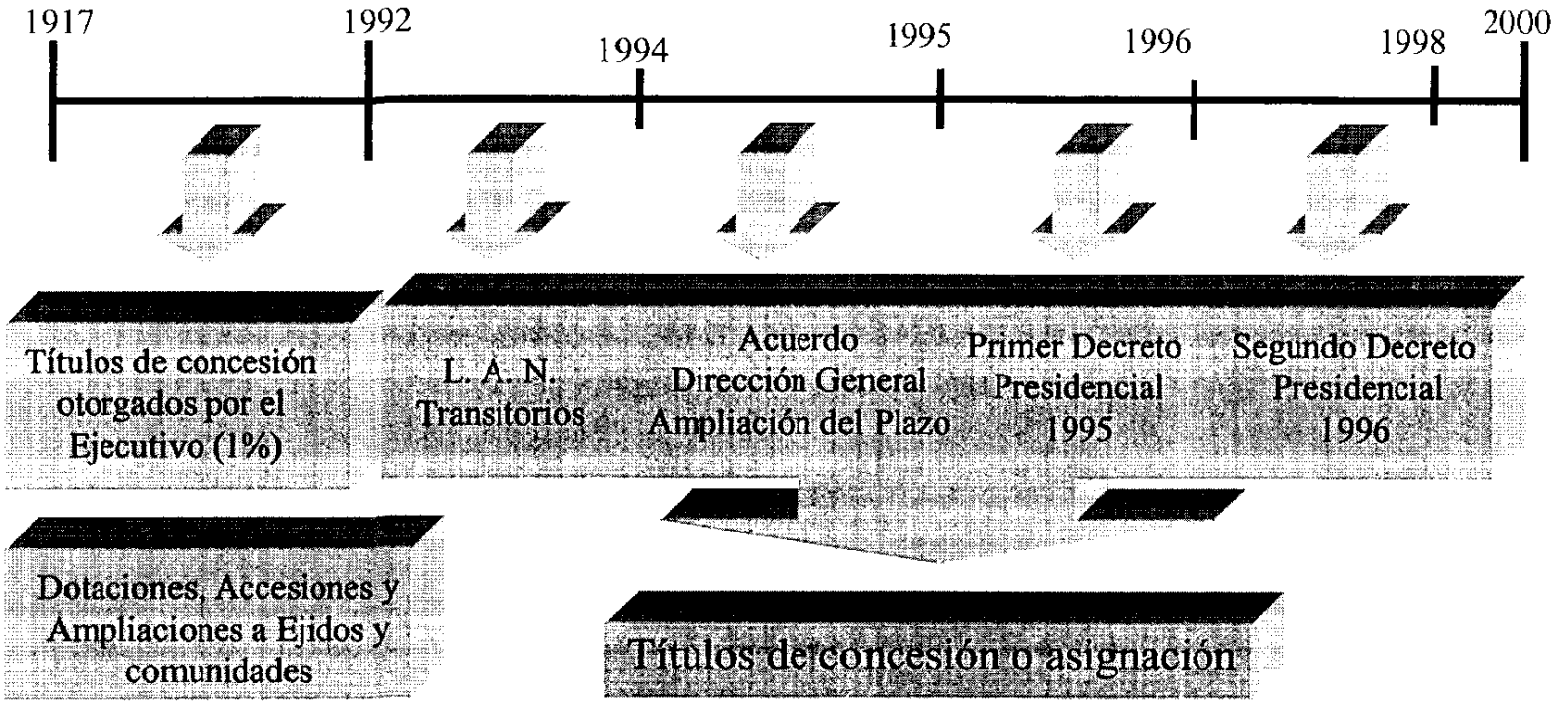
SALTILLO, COAH., A 1 DE DICIEMBRE DE 1998

Por "LA CONCESIONARIA"

ING. OSCAR GUTIERREZ SANTANA
GERENTE ESTATAL EN COAHUILA

FOLIO 1146535

PROGRAMA DE REGULARIZACION



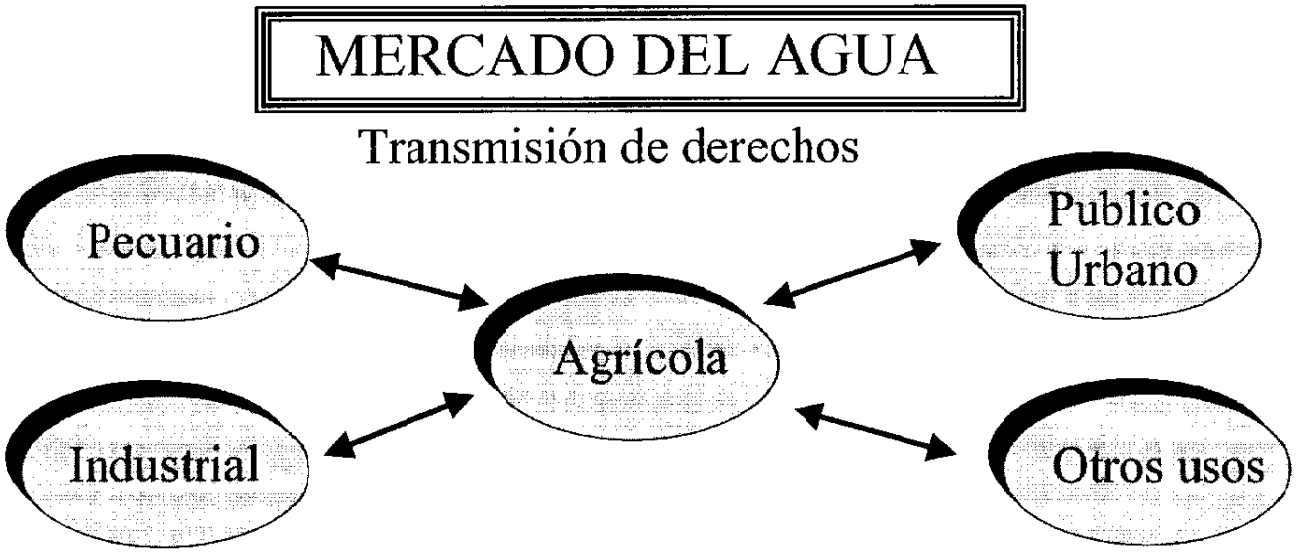
EVOLUCION DE LOS USOS DEL AGUA

	Año	Agrícola	Publico Urbano	Industrial	Otros
Nacional	1960	90.1	2.5	7.4	

Nota: Se trata de porcentajes (%)

UNIVERSO ACTUAL DE USUARIOS

	Regional		Forquitman-la amistad	
	usuarios	volumen (%)	usuarios	volumen (%)
Agrícola	15,159	84.40	3,579	93.1
Pecuario	5,796	0.50	1,263	0.2
Industrial	1,027	2.46	106	2.7
Publico Urbano	17,221	12.60	4,476	3.5
Otros usos	14	0.02	2	0.5
Suma	***39,217***	***100***	***9,426***	***100***



11 de febrero de 1998 { Acuerdo por el que se autoriza en todas las Zonas de Veda o Reglamentadas la transmisión de derechos sin la propiedad de la tierra.

CONCLUSIONES

El programa hidráulico 1995-2000 plantea que las cuotas de los derechos por usar o descargar aguas residuales respondan al valor económico del recurso e incentiven el uso eficiente del agua y el cuidado del medio ambiente.

Específicamente para la region Río Bravo se reitera que para lograr una asignación mas eficiente del recurso hidráulico es condición indispensable avanzar en el registro y control efectivo de los usuarios.

Con base en lo anterior podrá irse desarrollando un mercado del agua en el que el recurso pueda tener un precio a su costo de oportunidad; esto es, cercano a su valor en el mejor uso alternativo.

ACCIONES

- Avanzar en el conocimiento del universo completo de usuarios del recurso.
- Intensificar la medición
- Incrementar la efectividad de la cobranza
- Fomentar y fortalecer el mercado de agua.

OPERACIÓNES DEL RÍO GRANDE
DIRECTOR DE AGUAS DEL RÍO GRANDE

Carlos Rubinstein[1]

RESUMEN

El Director de Aguas del Río Grande tiene a su cargo la asignación, la supervisión y el control del uso de las aguas de superficie en la Cuenca del Río Grande desde Fort Quitman a la desembocadura del Río Grande, excluidas las cuencas hidrográficas del Río Pecos y el Río Devil, y el tramo de la cuenca costera Nueces-Río Grande situada en los Condados de Starr, Hidalgo, Cameron y Willacy. La jurisdicción cubre 1173 millas del Río Grande, 382 millas de los afluentes estadounidenses y aproximadamente 1600 cuentas de derechos de aguas.

El programa del Director de Aguas del Río Grande está financiado completamente por los titulares de derechos de agua. Los titulares de estos derechos pagan una contribución anual para reembolsar al Estado de Texas los gastos operativos y administrativos del Director de Aguas.

El programa del Director de Aguas del Río Grande interactúa con la Comisión Internacional de Límites y Aguas diariamente. El programa es parte de la División de Operaciones en el Terreno de la TNRCC, Región 15, Oficina Harlingen.

Habida cuenta de sequías graves y escasez de agua en la década del cincuenta se presentaron demandas que invocaron el poder jurídico para controlar las aguas americanas en el Río Grande bajo. En 1971, las funciones jurídicas del Director de Aguas concluyeron y la Comisión de Derechos del Agua de Texas aceptó y adoptó las funciones y la dependencia del Director de Aguas.

La formulación de reglas con el transcurso de los años ha llevado a la operación, el reglamento y el sistema que controlan las aguas del Río Grande, pertenecientes a los Estados Unidos bajo Fort Quitman, como aplicación de los derechos sobre el río en el Río Grande alto, sobre la Presa Internacional Amistad, a fin de apelar a las cuentas de agua y almacenamiento para los usuarios bajo Amistad hasta el Golfo de México. La presentación cubrirá una descripción general completa de las "Operaciones del Río Grande" con especial énfasis en el uso y las tendencias para los titulares de derechos del agua en el Río Grande alto, medio y bajo de Texas.

---

[1] Carlos Rubenstein, TNRCC Rio Grande Watermaster, 1804 West Jefferson, Harlingen, Texas 78550, 956-430-6019 (voz) 956-430-6052 (fax), crubinst@tnrcc.state.tx.us

1.
Director de Aguas del Río Grande
Bienvenido a la Comisión para la Conservación de los Recursos Naturales de Texas y el Programa del Director de Aguas del Río Grande

Advertencia: Esta presentación y las diapositivas solo se utilizan a manera de resumen de las operaciones del Director de Aguas del Río Grande. El material presentado no se propone, tampoco debe aceptarse como reemplazo de los tratados, reglas y reglamentos mencionados reales. Sírvase consultar los documentos originales para obtener el texto reglamentario real y aplicable.

2.
Dirección

Texas Natural Resource Conservation Commission
Carlos Rubinstein
Rio Grande Watermaster
1804 West Jefferson
Harlingen, Texas 78550
956-430-6019 (voz)
956-430-6052 (fax)

crubinst@tnrcc.state.tx.us

3.
Organigrama
Carlos Rubinstein
Director de Aguas del Río Grande

Oficina Principal en Harlingen

Oficina satélite en Eagle Pass

Administración

Operaciones del río

Vigilancia del Río

4.
Función

El Director de Aguas del Río Grande tiene a su cargo la asignación, la supervisión y el control del uso de las aguas de superficie en la Cuenca del Río Grande desde Fort Quitman a la desembocadura del Río Grande, excluidas las cuencas hidrográficas del Río Pecos y el Río Devil, y el tramo de la cuenca costera Nueces-Río Grande situada en los Condados de Starr, Hidalgo, Cameron y Willacy. La jurisdicción cubre 1173 millas del Río Grande, 382 millas de los afluentes estadounidenses y aproximadamente 1600 cuentas de derechos de aguas.

5.
Cuenca del Río Grande
Figura 1. Cuenca del Río Grande/Río Bravo

6.
Jurisdicción
Zona del Director de Aguas

Director de Aguas del Río Grande
Límites de condados
Arroyos
Lagos
Límites de la cuenca

400 millas

7.
Presas del Río Grande

8.
Tratados, Adjudicaciones, Reglas y Reglamentos

- Tratado de Aguas de 1944 entre México y los Estados Unidos
- Demanda y Adjudicación de Aguas del Valle del Río Grande bajo de 1967
- Capítulo 11 del Código de Aguas de Texas
- Código Administrativo de Texas, Título 30 – Capítulo 303

9.
Tratado de Aguas entre Estados Unidos y México, 1944

Firmado en Washington el 3 de febrero de 1944 y ratificado por el Senado el 18 de abril de 1945, el tratado designa a la Comisión Internacional de Límites y Aguas como el organismo a cargo de administrar y garantizar el cumplimiento de las disposiciones del tratado.

El tratado permite la construcción de hasta tres proyectos de diques y embalses, el primero Falcón, el segundo Amistad y el tercero entre Eagle Pass y Laredo.

El orden de prioridad para la intervención de la CILA es: 1. Usos nacionales y municipales; 2. Agricultura y ganadería; 3. Energía eléctrica; 4. Otros usos industriales; 5. Navegación; 6. Pesca y caza; 7. Todos otros usos beneficiosos que pueden ser determinados por la Comisión.

Las aguas del Río Grande entre Fort Quitman, Texas y el Golfo de México (límites de tratados) se asignan a los dos países como titularidad de un porcentaje por río o afluente específico y nombrado.

10.
Tratado de Aguas entre Estados Unidos y México, 1944
México

- 100% de los Ríos San Juan y Alamo
- 66% de los Ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondido y Salado y el Arroyo Las Vacas
- 50% de todos los otros caudales no asignados.

Estados Unidos

- 100% de los Ríos Pecos y Devils, Manantial Good-Enough y Arroyos Alamito, Terlingua, San Felipe y Pinto.
- 33% de los Ríos Conchos, San Diego, San Rodrigo, Escondido y Salado y el Arroyo Las Vacas, siempre que este tercero no será inferior a 350.000 acres pies anualmente, como cantidad promedio en ciclos quinquenales consecutivos.
- 50% de todos los otros caudales no asignados.

11.
Tratado de Aguas entre Estados Unidos y México, 1944
En caso de sequía extraordinaria o accidente serio en los sistemas hidráulicos de los afluentes medidos de México que dificulte la disponibilidad por parte de México de 350.000 acres pies (431.721.000 metros cúbicos) de escorrentería anualmente, asignados a Estados Unidos como la contribución mínima de los afluentes mexicanos antes mencionados, toda deficiencia que exista al final del ciclo quinquenal antes mencionado

se compensará en el quinquenio siguiente con agua de los afluentes medidos mencionados.

12.
Tratado de Aguas entre Estados Unidos y México, 1944
Cada vez que las capacidades de conservación asignadas a los Estados Unidos en al menos dos de las principales represas internacionales importantes, incluida la represa principal más alta, lleguen a su nivel máximo con aguas pertenecientes a los Estados Unidos, el ciclo quinquenal se considerará terminado y se abonarán las deudas complemente, al cabo de lo cual comenzará otro ciclo quinquenal.

13.
Demanda de Aguas del Valle del Río Grande bajo, 1967

- Iniciada en 1956, con un Director de Aguas nominado por un tribunal, adjudicada finalmente en 1967 y ratificada en apelación en 1969, la decisión de referencia estableció "derechos adjudicados sobre aguas" en reemplazo de tres doctrinas previamente vigentes para la gestión de los recursos hídricos en el Valle del Río Grande.

- 1840 y antes – Derechos sobre las Aguas determinados por la ley española (agua propiedad de al Corona, distribuida para beneficio de la comunidad)

- 1840 a 1849 – Derechos sobre las Aguas determinados por el *common law* inglés, *riberas*. (el derecho al uso está ligado a la tierra ribereña).

- 1849 a 1967 – Intentos por combinar sistemas de consignación (derecho asignado en el orden de llegada) y ribereños.

- Desde 1967 – Adjudicados sobre la base de prioridades ponderadas.

14.
Capítulo 11 del Código de Aguas de Texas
Las aguas en ríos, cursos de agua, corrientes subfluviales, arroyos, mareas, lagos y todas las bahías y brazos de la sección de Texas del Golfo de México se consideran aguas estatales. Su uso puede adquirirse por asignación mediante el proceso autorizante establecido en el Código de Aguas de Texas, Capítulo 11 y el Título 30 del Código Administrativo de Texas.

El Capítulo 11 del Código de Aguas de Texas documenta mandatos legislativos específicos, protecciones, uso, venta, transferencia y enmiendas de los Derechos sobre las Aguas en el Estado. El Código también enumera restricciones y mandatos específicos

para las operaciones del Director de Aguas. La TRNCC se basa en el Código de Aguas para la formulación y las enmiendas del Código Administrativo de Texas.

15.
¿Qué es un derecho sobre aguas?
En casi todos los casos, las aguas de superficie pueden utilizarse solo con el permiso explícito del estado. La ley estatal requiere un documento referente a los derechos sobre las aguas para todos los usos de las aguas de superficie en Texas. Los diferentes tipos de documentos se conocen como certificados de adjudicación, permisos, permisos a plazo y permisos temporales.

Se trata de un derecho en usufructo: es una licencia para utilizar aguas estatales pero el estado conserva el título sobre las aguas. Al conceder un derecho sobre aguas, el estado concede un interés condicional vinculado a los bienes en las aguas para la derivación, el confinamiento o el uso.

16.
Permisos

- En muchas cuencas de ríos, incluido el Río Grande, los derechos sobre las aguas exceden la cantidad de agua disponible durante una sequía (asignación en exceso).
- La TNRCC puede emitir derechos nuevos sobre aguas solo en casos en que los flujos y los niveles normales son suficientes para satisfacer la demanda, y en casos en que derivaciones nuevas permitidas no repercutirán en otros titulares de derechos de aguas, serán perjudiciales para el bienestar público o el medio ambiente y en casos en que el uso promueva la conservación del agua. El Río Grande se ha asignado completamente.
- Los derechos sobre aguas se emiten como permisos. No es necesaria una revisión judicial.
- Los permisos, al igual que los certificados de adjudicación, se emiten en perpetuidad. Pueden comprarse y comercializarse como otros vinculados a los bienes.

17.
Exenciones a los requisitos de permisos

- El agua para usos ganaderos y domésticos está exenta de este requisito, a condición que el agua sea derivada por personas que residen en lugares adyacentes a un curso de agua o río. Estos denominados "usuarios domésticos y ganaderos" pueden desviar aguas de superficie para las necesidades del hogar o para regar un patio o jardín hogareño y pueden confinar hasta 200 acres pies de agua para dicho propósito. El uso "doméstico y ganadero" es un derecho sobre los bienes que pertenece a la tierra.

- Los departamentos de bomberos de condados y comunidades rurales y otros servicios similares también pueden desviar y usar aguas estatales de cursos de aguas y embalses para usos de emergencia sin obtener un permiso primero.

18.
Título 30 – Código Administrativo de Texas
Capítulo 303
- Subcapítulo A – Disposición introductoria
- Subcapítulo B – Funciones fiscalizadoras del Director de Aguas
- Subcapítulo C – Asignación y distribución de aguas
- Subcapítulo D – Cumplimiento referente a las operaciones del Director de Aguas
- Subcapítulo E – Enmiendas y ventas de derechos sobre aguas
- Subcapítulo F – Ventas contractuales
- Subcapítulo G – Permisos para caudales excesivos
- Subcapítulo H – Financiamiento de las Operaciones del Director de Aguas del Río Grande

19.
Título 30 – Código Administrativo de Texas
Capítulo 303, Subcapítulo A

303.1 – Estas secciones se aplican a los derechos sobre aguas en la Cuenca del Río Grande bajo Fort Quitman y los derechos sobre aguas en la tramo de cuenca costera de Nueces – Río Grande en los Condados de Starr, Hidalgo, Willacy y Cameron cuya fuente de agua es el Río Grande, excluidas las cuencas hidrográficas de Pecos y Devils. Todas las otras reglas, reglamentos u órdenes promulgadas o emitidas por la comisión son aplicables también a estos derechos sobre aguas a menos que no sea congruente con las disposiciones de este capítulo, en cuyo caso este capítulo prevalecerá.

20.
Título 30 – Código Administrativo de Texas
Capítulo 303, Subcapítulo B

303.11 – a) El director de aguas asignará, enumerará por milla de río u otro método y calificará en cuanto a capacidad todas las instalaciones para derivaciones autorizadas en el banco de Texas en el curso del Río Grande y sus afluentes, y se informará por escrito al propietario u operador del mismo sobre esta situación.

b) Cada individuo que realice una derivación solicitará una certificación por escrito del director de aguas antes de desviar agua con la identificación del certificado específico de adjudicación que se utilizará y el número de la bomba que se empleará.

21.
Título 30 – Código Administrativo de Texas
Capítulo 303, Subcapítulo B
303.11 e) Cada individuo que realice una derivación instalará y mantendrá mecanismos para la medición en puntos de derivación autorizados que ofrecerán la medición y la contabilidad precisas de las cantidades de agua derivadas.

f) **Todas las bombas** que se utilicen durante el período de informes, ... deberán identificarse por número en el informe sobre la operación de la bomba con lecturas del medidor o con el número de horas de operación para cada período de informe. El director de aguas recibirá, y considerará que la recepción ha sido dentro de los plazos establecidos, todos los informes sobre operaciones de bombas de diversión recibidos dentro de siete días o con fecha de envío postal dentro de cinco días a partir de la conclusión del período de certificación.

22.

Título 30 – Código Administrativo de Texas
Capítulo 303, Subcapítulo B

303.12 e) Las derivaciones se contabilizarán en las cuentas adecuadas de la siguiente manera (cont.).

3) Si la cantidad de agua derivada es mayor a 110% de la cantidad solicitada de acuerdo con la certificación, el individuo que realiza la derivación será responsable por la cantidad real de agua derivada ...

f) Será responsabilidad del individuo que realiza la derivación ... demostrar a satisfacción del director de aguas que el individuo que realiza la derivación no pudo recibir la cantidad total de agua solicitada durante el período de certificación ... y, en tal caso, el director de aguas realizará las modificaciones apropiadas.

23.
Título 30 – Código Administrativo de Texas
Capítulo 303, Subcapítulo B
303.13 a) Los individuos que realizan derivaciones del Río Grande alto y todos los afluentes del Río Grande deben satisfacer las disposiciones de § 303.11 de este título.

b) Un pedido para descargas de las Presas Falcón y Amistad no es aplicable. El director de aguas coordinará con la Comisión Internacional de Límites y Aguas en lo que respecta

a aguas almacenadas descargada por México al Río Conchos que contribuye al caudal del Río Grande en el tramo desde la Presa Presidio a Amistad.

c) Los individuos que realizan la derivación realizarán informes para el director de aguas sobre la base de la información registrada en el informe de operación de la bomba.

303.14 Toda persona insatisfecha con alguna acción de un director de aguas puede solicitar amparo al director ejecutivo bajo el Código de Aguas de Texas, § 11.326.

24.
Título 30 – Código Administrativo de Texas
Capítulo 303, Subcapítulo C

303.22 h) El director de aguas puede interponer las acciones adecuadas para evitar el desperdicio de agua o mitigar emergencias.

303.23 a) La distribución de aguas en el Río Grande alto y todos los afluentes del Río Grande se basarán en la cantidad de agua autorizada por año y la fecha prioritaria del derecho sobre aguas. Los titulares de derechos sobre aguas en el Río Grande alto y todos los afluentes del Río Grande tienen derecho a las aguas que fluyen en estos cursos de agua que pueden utilizarse beneficiosamente y que se utilizan. Todas las aguas que no pueden utilizarse de esta manera estarán disponibles en el sistema del Río Grande bajo y medio.

b) Las certificaciones totales emitidas en un año se limitarán a la autorización anual de los titulares de derechos sobre aguas.

c) En períodos de escasez, ante la iniciativa del director de aguas o cuando fuera solicitado por un titular de derechos de agua en el mismo afluente o en el Río Grande alto, el director de aguas puede imponer limitaciones de tiempo, velocidad o cantidad de agua desviada.

25.
Título 30 – Código Administrativo de Texas
Capítulo 303, Subcapítulo D

303.31 En el caso de violación de estatuto alguno del Código de Aguas de Texas, los términos de un derecho sobre aguas, las órdenes o reglas de la comisión, el director de aguas o el director ejecutivo puede llevar adelante acciones coercitivas adecuadas si no se logra rápidamente el cumplimiento voluntario.

303.32 a) El director de aguas puede intentar lograr el cumplimiento voluntario al ordenar que: 1) un infractor cese y desista toda derivación, toma, confinamiento, transferencia o uso no autorizado de aguas estatales; 2) el propietario de un dique legal en flujos entrantes de un paso de tributario suficiente para satisfacer las necesidades de derechos mayores y superiores aguas abajo o 3) toda persona que incurra en una transgresión del Código de Aguas de Texas, reglas de la comisión, permiso, certificado de adjudicación u orden de la comisión adopte las medidas necesarias para lograr el cumplimiento.

26.
Título 30 – Código Administrativo de Texas
Capítulo 303, Subcapítulo D

303.32 b) Ante el incumplimiento voluntario oportuno, el director de aguas puede: 1) bloquear la esclusa superior, las instalaciones de bombeado o tomar las medidas necesarias para cesar eficazmente toda derivación no autorizada o confinamiento de aguas estatales; 2) rehusarse a emitir un certificado o 3) elevar la infracción al director ejecutivo.

c) El director ejecutivo puede: 1) intentar lograr el cumplimiento voluntario; 2) referir un caso al procurador general ... el cual puede incluir una contribución punitoria que no exceda $1.000 para cada día que continúe el infractor su conducta; 3) procurar una acción ante la comisión que concluya con la emisión de una orden apropiada, la cual si fuera posteriormente transgredida, puede remitirse al procurador general para acción apropiada en un tribunal de jurisdicción competente; 4) ordenar la comparecencia en el terreno de acuerdo con § 303.35, o 5) procurar cualquier otro recurso o acciones apropiadas que estén disponibles por ley.

Las apelaciones se realizarán de acuerdo con el Código de Aguas de Texas § 11.326(f).

27.
Título 30 – Código Administrativo de Texas
Capítulo 303, Subcapítulo D

303.34 a) Se considerará violación cuando una persona:
1) derive, confine o utilice aguas del Río Grande o sus afluentes sin la autorización correspondiente.
2) se rehuse a permitir o interfiera con la inspección de tierra, curso de agua natural, curso de agua artificial o instalación de derivación por parte de un agente o empleado de la TNRCC;

3) interfiera con la ejecución o se niegue a cumplir la ejecución de una orden del director de aguas, director ejecutivo o comisión;
4) destruya, altere o mutile un sello u otro mecanismo utilizado para el cumplimiento de órdenes de la comisión, el director ejecutivo, el tribunal o el director de aguas;
5) realice o envíe al director de aguas, el director ejecutivo o la comisión una declaración falsa o confusa o presente datos que no son verdaderos en un informe sobre operación de bombas o informe sobre el uso de aguas de superficie, o
6) transgreda un estatuto, regla u orden de la comisión o el director de aguas.

b) La lista de infracciones no es concluyente.

28.
Título 30 – Código Administrativo de Texas
Capítulo 303, Subcapítulo E

303.41 a) El propietario de un derecho sobre aguas puede transferir el mencionado derecho. El propósito y el lugar del uso no deben modificarse sin autorización de la comisión. Los propietarios de derechos sobre aguas deben informar rápidamente al director ejecutivo y al director de aguas sobre toda transferencia de derechos sobre aguas.

303.42 La comisión considerará solicitudes para enmendar derechos sobre aguas. **Queda prohibida la transferencia del punto de derivación o el lugar de uso de los derechos sobre aguas desde el Río Grande bajo y medio hasta la sección sobre la Presa Amistad**; no obstante, pueden realizarse transferencias entre el canal principal del Río Grande bajo y el canal principal del Río Grande medio. Las solicitudes deben satisfacer todos los requisitos para un permiso de agua original según se establece en el Capítulo 295 y el Capítulo 297 de este título.

29.
Título 30 – Código Administrativo de Texas
Capítulo 303, Subcapítulo H

303.71 – De acuerdo con el Código de Aguas de Texas, § 11.329, los titulares de derechos sobre aguas que son administrados por el director de aguas del Río Grande deben reembolsar a la comisión los gastos operativos de la dirección de aguas.

303.72 a) – a) Después de la emisión de una orden de la comisión en aprobación de los ingresos por contribución necesarios para el siguiente año fiscal, el director ejecutivo calculará las tasas de las contribuciones para uso y almacenamiento de aguas según la siguiente fórmula:

$$\frac{I - M(N)}{(RFs)(AFs) + AF1 + (RF2)(AF2) + (RF3)(AF3) \ldots (RFn)(AFn)}$$

30.
Título 30 – Código Administrativo de Texas
Capítulo 303, Subcapítulo H

303.71 b) Después de determinar la tasa de contribución por uso municipal, las tasas de contribución para los otros usos y para el almacenamiento se estimarán multiplicando la tasa de contribución municipal por el factor de la tasa para cada uso y para almacenamiento.

303.73 d) Ningún individuo o agente derivará, tomará, almacenará o utilizará agua mientras esté pendiente un pago de contribución; tampoco se asignará agua adicional o abastecerá agua a un asignatario hasta que todas las contribuciones, más los honorarios para reposición aplicables, son recibidos por el director ejecutivo.

USOS ACTUALES DEL AGUA
TRAMO FORT QUITMAN – PRESA LA AMISTAD

Ing. Juan Emilio García Cárdenas[1]

RESUMEN

La CNA ha dividido a México en 13 regiones Hidrológico-Administrativas, de las cuales la número seis corresponde a la cuenca del río Bravo; ésta a su vez comprende las regiones hidrológicas 24 Río Bravo y 34 Cuencas Cerradas del Norte.

El análisis que se presenta en este documento está referido a la cuenca del río Bravo; el tramo de Fort Quitman a la presa La Amistad representa el 45% de la cuenca del río Bravo, incluyendo parcialmente a los estados de Chihuahua, Durango y Coahuila.

La cuenca del río Bravo presenta una precipitación media de 425 milímetros, y una temperatura media de 22 °C. La red hidroclimatológica cuenta con 197 estaciones climatológicas, 73 hidrométricas y 44 telemétricas de reciente instalación. El escurrimiento promedio del río Conchos en el período de 1940 a 1999 es de 869 millones de metros cúbicos anuales, medidos en la estación hidrométrica Ojinaga.

Se cuenta con una infrestructura de 19 presas de almacenamiento, de las cuales 9 se encuentran en el tramo Fort Quitman - presa La Amistad. Se incluyen los almacenamientos promedio al día primero de cada mes en el período de 1993 a 1999 de la presa La Boquilla, Luis L. León y La Amistad.

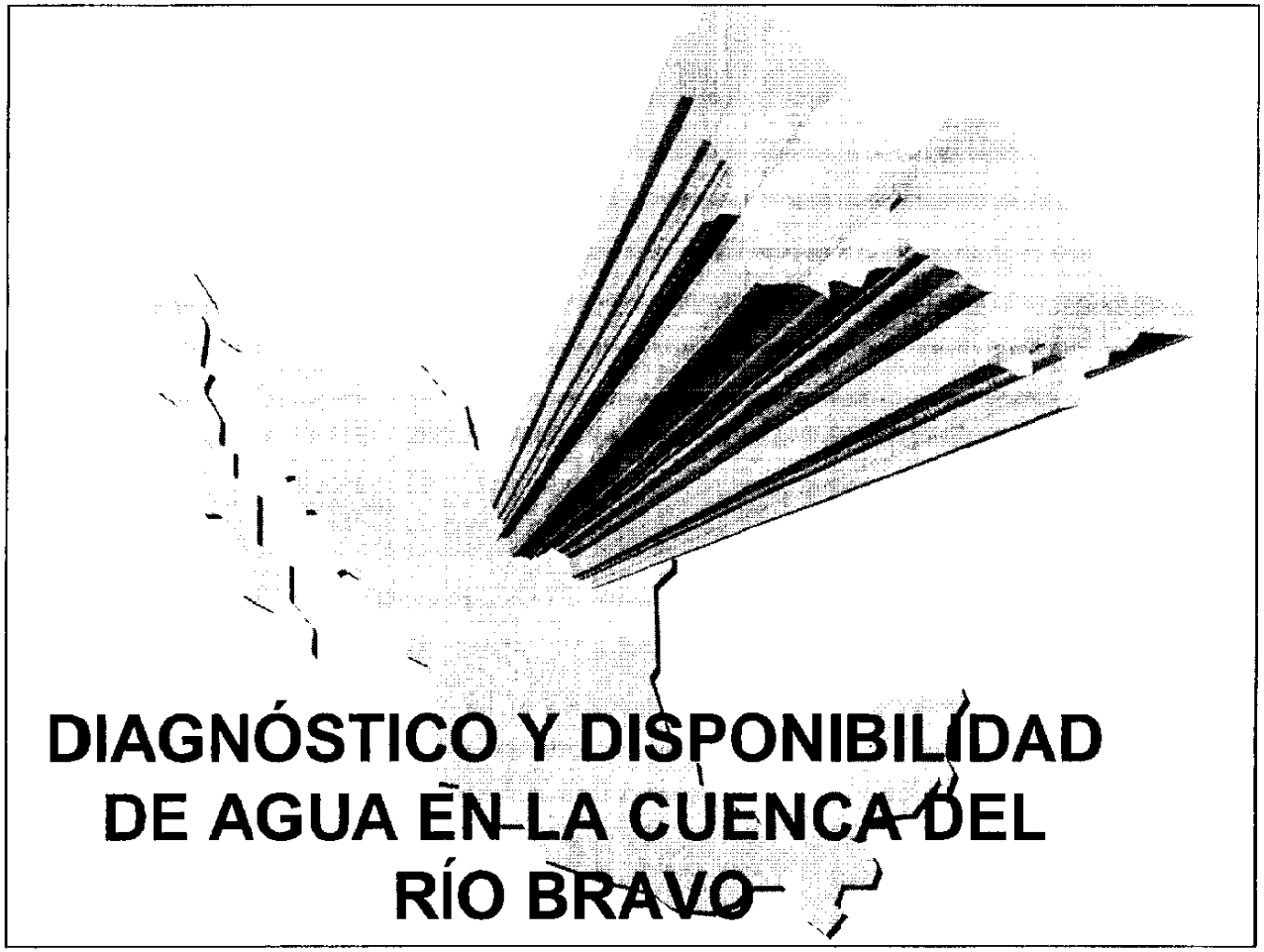
En la cuenca del río Bravo existen 97 acuíferos, de los cuales 21 acuíferos corresponden al citado tramo. La calidad el agua en las principales corrientes está contaminada de acuerdo a los Indices de Calidad del Agua; existen 143 plantas de tratamiento de aguas residuales, de las cuales 43 se encuentran entre Fort Quitman y la presa La Amistad.

En la cuenca del río Bravo existen 10 Distritos de Riego, de los cuales tres de ellos se encuentran en el tramo referido.

[1] Ing. Juan Emilio García Cárdenas, Subgerente Técnico, Comisión Nacional del Agua,Gerencia Regional Río BravoAvenida Constitución No. 4103 oriente, colonia Fierro, Monterrey 64590, Nuevo León. Teléfono: (8) 354-3203
Fax: (8) 355-0337, e-mail: grrbtec@acnet.net

USOS ACTUALES DEL AGUA

Ing. Juan Emilio García Cárdenas; Subgerente Técnico
Comisión Nacional del Agua, Gerencia Regional Río Bravo
Av. Constitución No. 4103 oriente, Col. Fierro,64590 Monterrey, N L. (e-mail: grrbtec@acnet.net)



DIAGNÓSTICO Y DISPONIBILIDAD DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO BRAVO

MARCO GEOGRÁFICO

SUPERFICIE TOTAL = 226,275 km²
(12% DEL TERRITORIO NACIONAL)

ÁREA DE ESCURRIMIENTO DEL TRAMO = 101,000 km²

RIO BRAVO — LA AMISTAD

RIO CONCHOS

Representa el 5% del territorio nacional y un 45% de la cuenca del río Bravo

MUNICIPIOS POR ESTADO

CHIHUAHUA (28%)	36
COAHUILA (25%)	31
NUEVO LEON (35%)	44
TAMAULIPAS (8%)	10
DURANGO (4%)	5
TOTAL	126

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

POBLACIÓN 1995 8,087,469 habitantes
(9% de la población nacional)

ALTO BRAVO	MEDIO BRAVO	BAJO BRAVO
28%	13%	59%
101,472 km2	77,298 km2	47,505 km2

EN EL PAÍS

6.6 MILLONES	19 CIUDADES DE. MÁS DE 50,000 HABITANTES (82%)	50 %
0.8 MILLONES	73 CIUDADES ENTRE 2,500 Y 50,000 HABITANTES (11%)	23%
0.6 MILLONES	16,818 LOCALIDADES MENORES DE 2,500 HABITANTES (7%)	27%

Ojinaga
25,000 Hab

LLUVIA MEDIA ANUAL

Precipitación

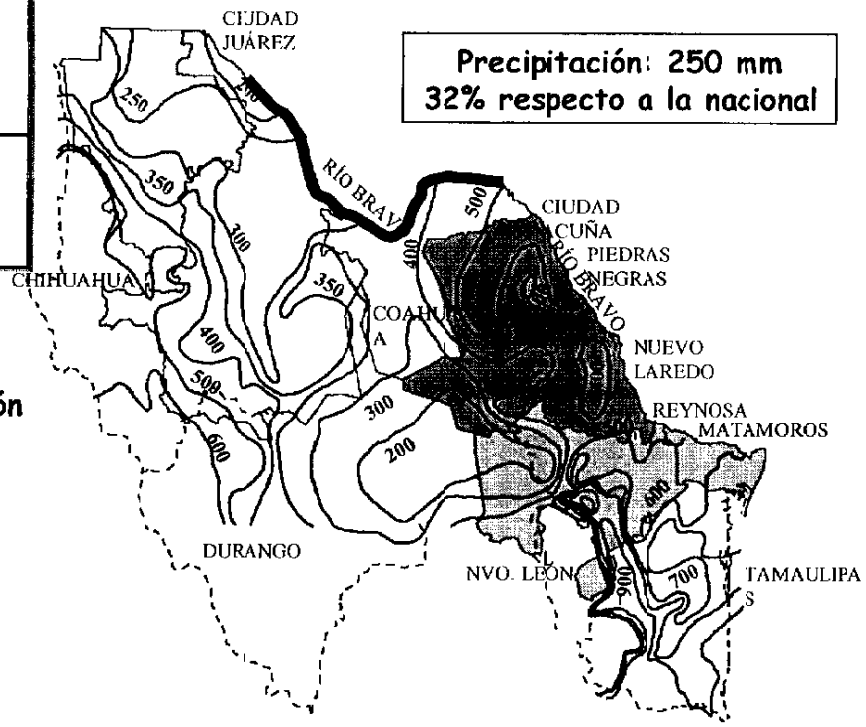
- Nacional 777 mm
- Cuenca Río Bravo 425 mm (55% respecto al nacional)

Clima

- Semiárido, extremoso

Temperatura

- Mínima: -4° C
- Máxima: 52° C

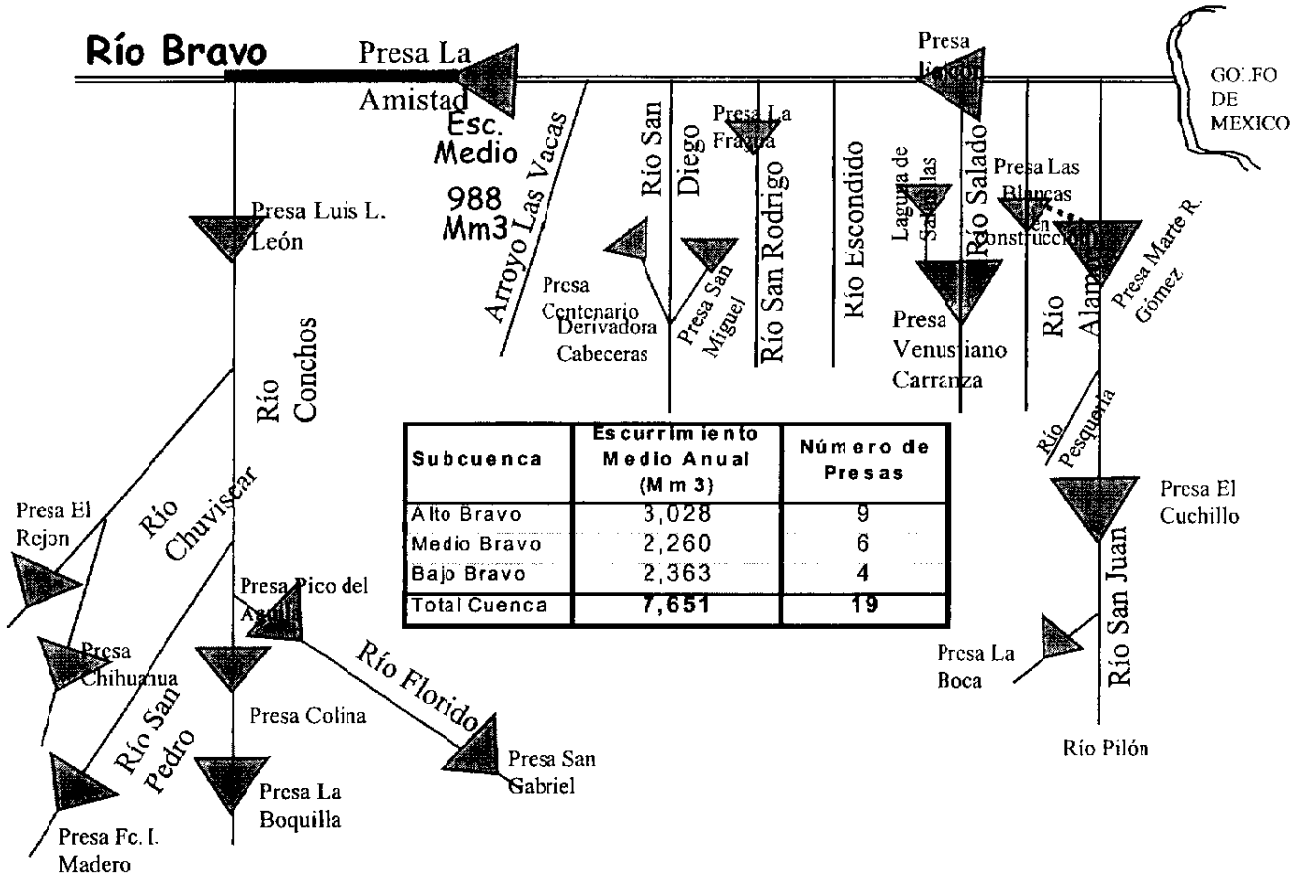


Precipitación: 250 mm
32% respecto a la nacional

Infraestructura de Medición en la Cuenca

Estaciones	No.
Climatológicas	197
Hidrométricas	73
Telemétricas	44
Total	314

ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL



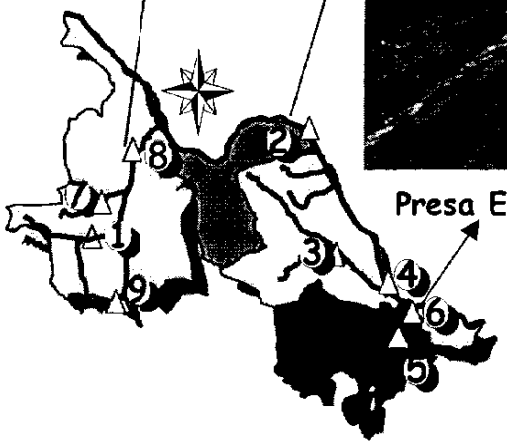
Subcuenca	Escurrimiento Medio Anual (Mm3)	Número de Presas
Alto Bravo	3,028	9
Medio Bravo	2,260	6
Bajo Bravo	2,363	4
Total Cuenca	7,651	19

PRINCIPALES ALMACENAMIENTOS

Presa Luis L. León

Presa La Amistad

Presa El Cuchillo



No.	Nombre	Capacidad al NAMO (Mm3)
1	LA BOQUILLA	2,903
2	LA AMISTAD	1,702
3	V. CARRANZA	1,384
4	FALCÓN	1,355
5	EL CUCHILLO	1,123
6	MARTE R. GÓMEZ	999
7	FCI. I. MADERO	348
8	LUIS L. LEÓN	337
9	SAN GABRIEL	255
	TOTAL	10,406

Capacidad de almacenamiento:

- En la cuenca: 10,962 Mm3
- En el País: 110,000 Mm3

CALIDAD DEL AGUA

ICA	CALIFICACIÓN
0 A 20	INACEPTABLE
20 A 50	FUERTEMENTE CONTAMINADO
50 A 70	CONTAMINADO
70 A 90	ACEPTABLE

ICA = ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA

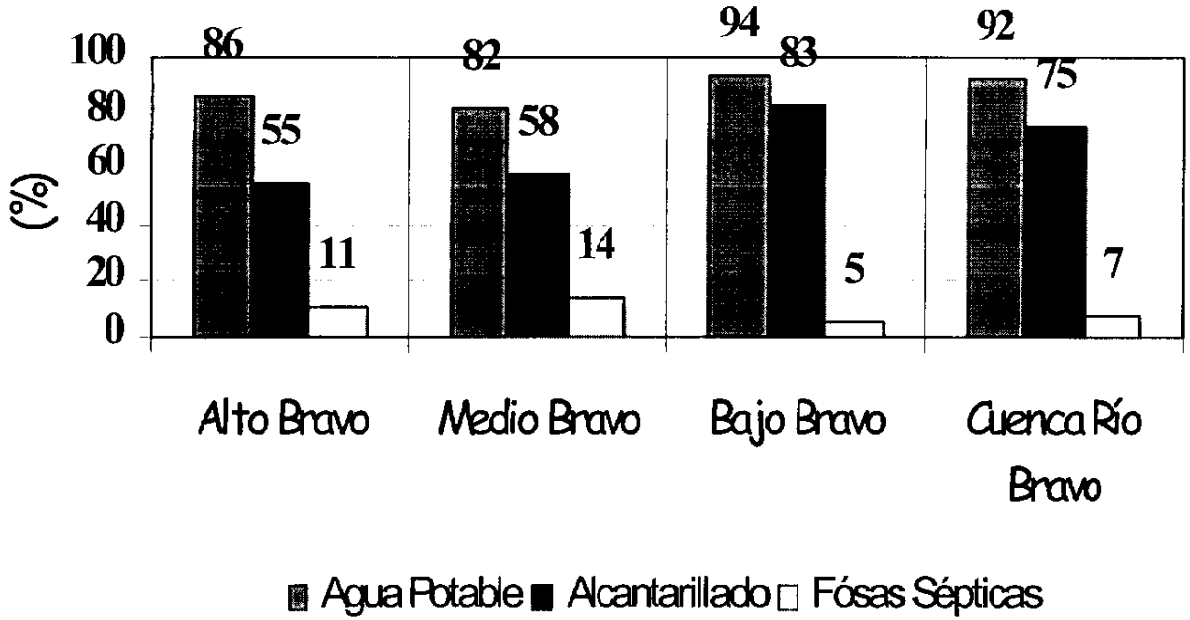
SANEAMIENTO

ESTADO	No. DE P.T.A.R.		TOTAL	GASTO DE DISEÑO m3/s
	PRIVADAS	MUNICIPALES		
NUEVO LEÓN	22	28	50	12.09
COAHUILA	38	0	38	0.91
CHIHUAHUA	24	22	46	0.37
DURANGO	0	5	5	0.06
TAMAULIPAS	3	1	4	1.40
TOTAL	**87**	**56**	**143**	**14.84**

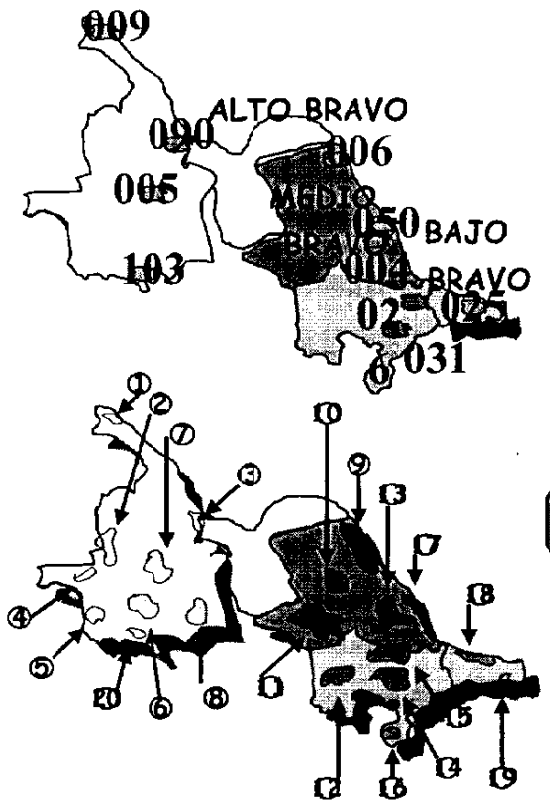
USOS DEL AGUA

DEMANDA ANUAL (Mm3)		ORIGEN (Mm3) Superf.	ORIGEN (Mm3) Subterr	DESTINO
AGRICOLA Distritos de Riego	3,037 - 29%	7,183	1,948	248 mil ha/500 mil regables
AGRICOLA Urderales	6,094 - 58%			266 mil ha/369 mil regables
PÚBLICO URBANO	1,134 - 11%	517	617	19 GRANDES CIUDADES, 73 CIUDADES MEDIAS Y 16,818 LOCALIDADES RURAL
INDUSTRIAL Y ENERGÍA ELÉCTRICA	166 – 1.6%	105	61	10 MIL INDUSTRIAS CONCENTRADAS EN 6 CIUDADES Y TERMOELECTRICAS
OTROS	43 – 0.4%	22	21	GANADERIA, SERVICIOS Y RECREATIVO
TOTAL	10,474 - 100%	7,827	2,647	

COBERTURA DE LOS SERVICIOS



USO AGRÍCOLA



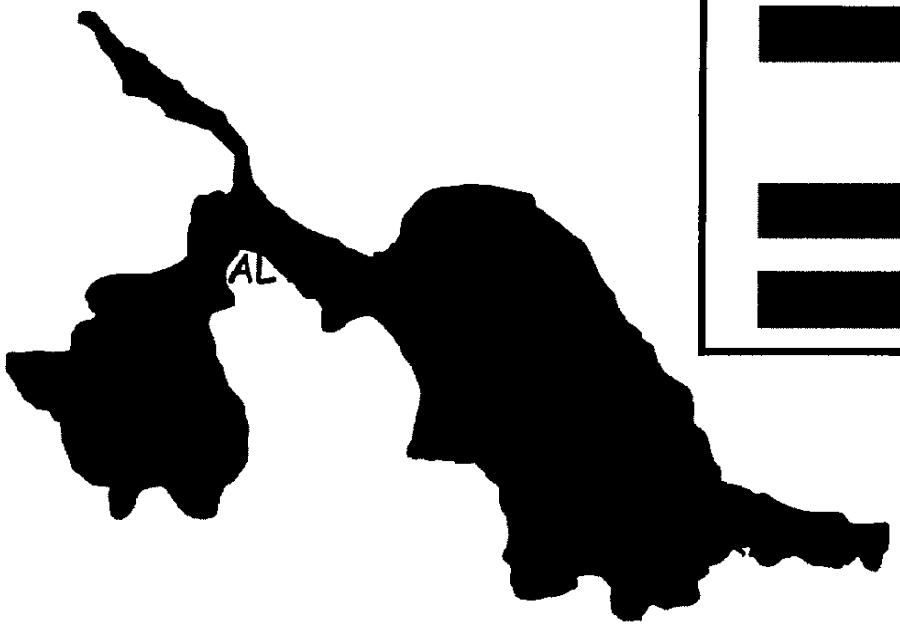
Distritos de Riego

No.	Nombre	Corriente	Superficie Regable miles de ha
009	Valle de Juárez	Río Bravo	24.6
005	Delicias	Río Conchos	75.2
103	Río Florido	Río Florido	8.8
090	Bajo Río Conchos	Río Conchos	11.0
006	Palestina	Río San Diego	13.0
004	Don Martín	Río Salado	29.6
025	Bajo Río Bravo	Río Bravo	248.0
031	Las Lajas	Río San Juan	3.9
050	Acuña Falcón	Río Bravo	6.8
026	Bajo San Juan	Río Bravo	79.3
	TOTAL		**500.2**

Sup. Prom. regada 1993-1999: 247 mil ha.

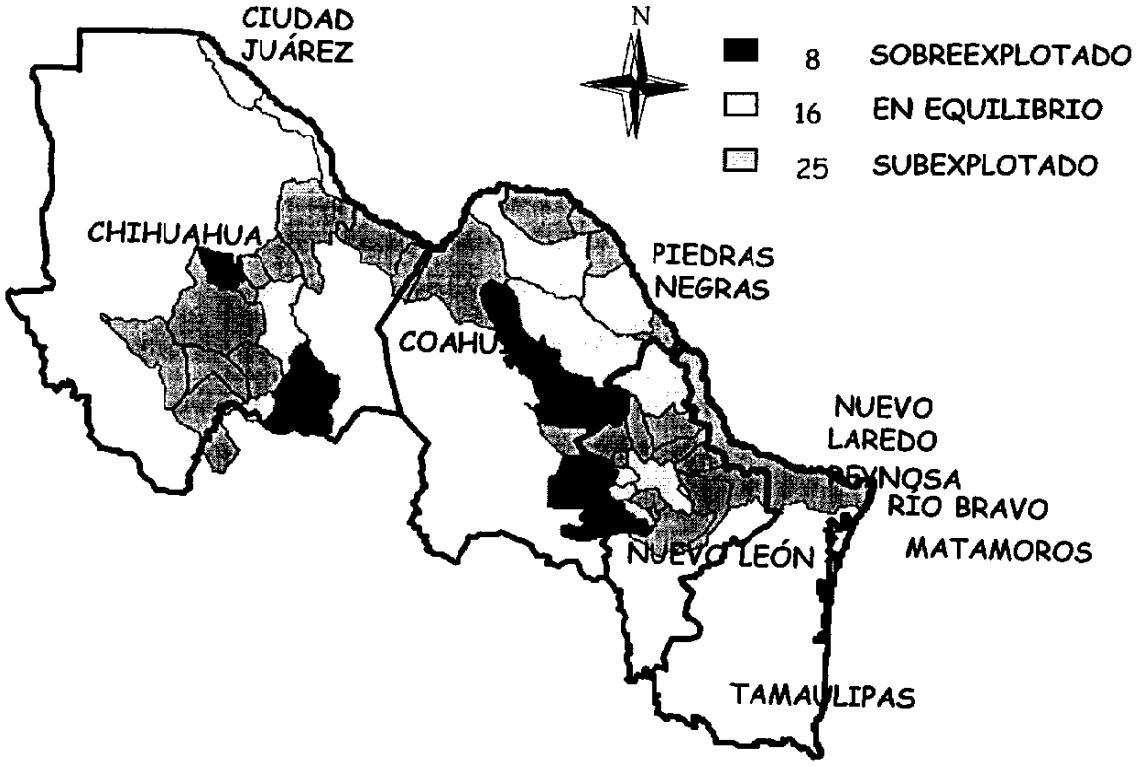
20 Distritos de Desarrollo Rural con 3,758 unidades
Superficie regable: 369 mil ha.
Promedio regadas 1993-1999: 266 mil ha.

PLANO DE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES



Color	Condición
	Déficit
	Equilibrio
	Disponibilidad
	Abundancia

PLANO DE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUBTERRÁNEAS



EL FUTURO DEL USO DEL AGUA EN RÍO GRANDE/RÍO BRAVO, DESDE FT. QUITMAN A LA PRESA AMISTAD: LA PERSPECTIVA DE UN AMBIENTALISTA DE LOS ESTADOS UNIDOS

Steve Harris[1]

RESUMEN

Tratando de predicar el futuro es como caminar una subida resbalosa. Esta presentación toma en cuenta las tendencies económicas y demográficas que se manifiestan actualmente y que siguen con la misma tendencia para los siguientes 50 años. Si nuestras estimaciones son reales, va ser necesario tomar acciones sobre la administración de los recursos aquáticos. Asumimos que esto se llevara a cabo, a un grado deliberado, y que los oficiales publicos reconozcan claramente que hoy día debemos de tomar decisiones adecuadas sobre la asignación e el uso del agua. Estas decisiones ya sean deliberadas y/o "de facto", deben ser basadas en maneras interactivas y con claridad.

Mi perspertiva se dirije al uso de agua en los Estados Unidos, pero reconociendo que el agua del Río Bravo es un recurso compartido es inescapable especular sobre el uso del agua en Mexico. Les pido disculpas si empiezo a disvagar en asuntos Mexicanos.

Estas son las tendencias asegun mis proyecciones para el futuro: 1) el crecimiento de poblaciones seguira, pero alcanzara un equilibro , 2) nuevas industrias de manufactura se desarrollaran, pero limitada asegun la disponiblidad de recursos, 3) la disponibilidad de agua sera reconocido como factor limitante, 4) la agricultura se disminuara por la demanda de agua por los usarios urbanos, 5) el valor economico del agua incrementara al triple, 6) resultara una nueva atención sobre la conservación del agua y el desarrollos de nuevas tecnologias de conservacion a nivel regional, 7) hay tendencies sobre crecimiento en los servicios para turismo y otros servicios industriales, 8) importante crecimiento en ecoturismo, con enfasis en los aspectos naturales y culturales y turismo alternativo, 9) surgirán demandas de acciones para la restauración ecologica regional, y 10) la confianza nivel binacional crecera lentamente.

Introducción: El autor no tiene una bola de cristal o credenciales como futurólogo. Esta presentación se basa en la hipótesis que las tendencias económicas y demográficas manifiestas en la actualidad se proyectarán de alguna manera en el curso de los próximos 50 años. He intentado distinguir tendencias que actualmente cobran ímpetu o poseen inercia de las que pierden ímpetu o inercia, aquellas que independientemente de cuán contundentes parezcan ser en la actualidad, recrudecerán repentinamente en respuesta a

1 Steve Harris, Executive Director, Rio Grande Restoration, P.O. Box 1612, El Prado, NM 87529, Tel/fax 505-751-1269, unclergr@laplaza.org

condiciones nuevas, de aquellas que esperan nacer, más allá de los límites de nuestra visión. Predecir el futuro de algo es simplemente imaginación.

A pesar de que el ritmo de los cambios ambientales y sociales ha cobrado ímpetu en el transcurso de los últimos 50 años, la presunción en esta área es que, con arranques, comienzos y adelantos, la tasa de cambio no será muy diferente a la actual, es decir que la curva de aceleración se nivelará. Finalmente, admito que expreso mis propias convicciones sólidas aquí: que en materia de agua nuestra especie necesita prestar más atención a temas de equidad, tanto en especies particulares como entre especies. Tendremos que convertimos en mejores cooperadores para compartir la sustancia más fundamental y vital del planeta.

En 2050, cambios importantes en el ordenamiento de los recursos hídricos serán más evidentes. Ninguno de nosotros debe dudar que ocurrirán cambios importantes habida cuenta de que nuestros patrones de uso del agua, especialmente la expansión rápida que presenciamos actualmente, son simplemente insostenibles. La pregunta es: ¿Serán estos cambios en el ordenamiento de los recursos hídricos positivos y premeditados? ¿O se basarán en el resultado de luchas de poder ya vigentes, con ganadores que dicten las nuevas reglas a los perdedores? Algunos tal vez deban abandonar el valle del Río Grande, según cómo respondamos (o ignoremos) la pregunta.

Si solo se tomara una idea de esta presentación, espero que sea que los encargados de adoptar decisiones políticas claramente reconozcan que estamos en la actualidad en un proceso de toma de decisiones sobre la asignación y el uso de cada molécula del agua sobre la que tenemos control en la cuenca del Río Grande y aparentemente lo estamos haciendo sin referencia a las necesidades de supervivencia del río mismo. Aun debe comprobarse si nuestras decisiones son realmente deliberadas o *de facto*, sobre la base de la inercia de instituciones que envejecen, o sabias en respuesta a realidades modernas como la destrucción mundial de los ecosistemas. A pesar de las incertidumbres, concluiré con algunas medidas que las secretarías pueden adoptar a fin de contribuir deliberadamente a inclinar la balanza hacia la vida y la salud del río y, de esta manera, hacia la vida y la salud de los moradores de la cuenca, incluidos los pueblos estadounidense y mexicano. En la base misma de las cosas, los seres humanos constituyen una especie que depende del ecosistema.

- En el año 2050: la disponibilidad limitada de agua será reconocida como el límite operativo para el crecimiento y el desarrollo futuros en el Río Grande/Río Bravo.

En el transcurso de los últimos 25 años, varios adivinos han advertido que se avizora el fondo del barril de agua El Paso/Juárez. Bien, como se predijo, la condición casi agotada de Bolsón Hueco se está volviendo bastante conocida. Ambas ciudades se desplazarán hacia una combinación de minería del Bolsón Mesilla y uso del Río Grande/Bravo. Para Juárez, el abastecimiento disponible de Mesilla puede ser solo 4 millones de acres pies /3,2 billones de metros cúbicos. El abastecimiento del Río Grande según el Tratado de

1906 es solo 60 kaf/50 millones de metros cúbicos. Cuando Mesilla siga a Hueco a la conclusión inevitable, se utilizarán cuencas subterráneas nuevas: el Bolsón Samalayuca en Juárez, acuíferos en el oeste rural de Texas o la parte de Nuevo México de Mesilla para El Paso. Según las normas actuales, el costo para el desarrollo y el abastecimiento de estas fuentes será extremadamente alto, un hecho que no será ajeno por mucho más tiempo a los abastecedores del sector público. Muy pronto, las tasas de agua incluirán costos futuros.

- La agricultura disminuirá como resultado de la demanda creciente y el deseo de pagar más por el agua en zonas urbanas.

Esta tendencia es lo que denomino el "imperativo municipal": agua que se vende por vaso para satisfacer la sed biológica humana inherentemente tiene una influencia económica mayor que el agua por kilómetro cúbico para satisfacer usos agrícolas actuales o toda aspiración de desarrollo industrial futuro. Ya la estrategia explícita de El Paso es retirar tierras de cultivo para obtener el agua que pertenece a las mismas. Me atrevo a decir que la presión para que Juárez haga lo mismo con 60 kaf será irresistible.

- El valor de mercado del agua se triplicará al menos, con lo cual las prácticas actuales para el uso del agua parecen extravagantes.

La letra está en las paredes en otras cuencas pobladas del desierto, donde mercados de entrega inmediata en desarrollo han incrementado los arrendamientos por un año a más de $2,500/acre pie. Es fácil observar que los usos tradicionales en el Río Grande/Bravo, como crecidas que riegan alfalfa y maíz para el pienso del ganado, no será posible en 2050. Sin embargo, el valor de la producción agrícola para las comunidades regionales subirá al tiempo que el crecimiento de la población, el agotamiento del suelo y la conversión de las tierras de cultivo conspiran para generar déficit en productos básicos. Deben promoverse estrategias que reservan la tierra y el agua para esta eventualidad. La autosuficiencia alimentaria regional debe ser un componente primario de la política del agua.

- Atención incrementada a la conservación y las eficiencias resultará en nuevas tecnologías para el ahorro de agua, cuyo desarrollo será liderado por esta región.

Una vez más de acuerdo con la experiencia con otras cuencas, de manera creciente se importarán, inventarán y aplicarán tecnologías para el ahorro de agua. Todo, desde el monitoreo digital de la humedad del suelo en las granjas hasta la recolección, el tratamiento, y el reciclaje de aguas grises en el hogar, será más eficaz en función de los costos. Dado que esta región enfrenta déficit crítico y precoz de agua, debe convertirse en un incubador para innovaciones en conservación. Los gobiernos pueden contribuir mediante incentivos como financiamiento público para crear y probar prototipos.

- Se nivelarán las tasas de crecimiento regional de la población.

Los demógrafos nos dicen que tal vez se estén nivelando las tasas regionales de nacimiento. Políticas nuevas, al cabo de NAFTA/TLC, permiten la ubicación de plantas nuevas de valor agregado (maquiladoras) lejos de la frontera. Las tendencias de inmigración podrían ser neutralizadas por la dispersión de algunas maquilas existentes a lugares en el interior. El entusiasmo previamente ilimitado de intereses para el desarrollo económico tal vez se esté moderando mientras que aumenta la concientización sobre las restricciones de recursos. La urbanización podría controlarse con códigos locales estrictos que requieran abastecimientos de agua demostrables a largo plazo como condición previa para construir. Finalmente, oleadas adversas de publicidad que resultan de la escasez de agua manifiesta comenzarán a revertir el denominado "fenómeno del cinturón del sol", la inmigración de personas en edad de jubilación. La alternativa a contener deliberadamente la marea de migración es, por supuesto, la "guerra del agua" demasiado terrible para contemplar.

- La cooperación binacional, ante la necesidad, crecerá lenta e ininterrumpidamente.

Las napas freáticas, el río y el mismo aire son recursos compartidos. El destino de El Paso no puede separarse del destino de Juárez en este aspecto. Sus futuros están vinculados como siameses. Si la economía empresarial/de mercado de los Estados Unidos no puede lograr una distribución más equitativa de la riqueza en la frontera, se la debe inducir a que logre una distribución equitativa del agua. Cuanto más relaje Estados Unidos su posición de supremacía, menos rigurosamente estará obligado México a custodiar su soberanía, más crecerá la confianza internacional. Hay signos esperanzados de cooperación en todas partes, muchos instituidos por los gobiernos actuales y ninguno de los cuales es el convenio celebrado recientemente entre los servicios municipales de agua de El Paso (PSB) y Juárez (JMAS), el cual reconoce el déficit inminente y el deseo mutuo de cooperación. Se espera que los servicios públicos de El Paso se comprometan a la planificación bilateral en materia de aguas en el marco del espíritu de la verdadera cooperación entre iguales.

- Las industrias de servicios, en general, y el turismo cultural y ecológico, en particular, continuarán aumentando en importancia.

Esta tendencia está establecida en todo el mundo. Si la región continuará teniendo productos del turismo convenientes para ofrecer está en discusión. A fin de competir por una parte creciente de esta economía en crecimiento, es necesario iniciar la protección deliberada de patrimonio como los Parques Big Bend y Sierra del Carmen/Santa Elena. Honestamente, estos patrimonios específicos se están agotando. La industria de recreación en el río que alguna vez fue prometedora se está desecando dado que el Río Grande/Bravo transporta cada vez menos agua. No señalaré con un dedo acusador a los responsables de la sequía del río, solo diré que se trata de un proceso que comenzó con el

desarrollo de agua como propósito único para usos consuntivos humanos, el cual se ha institucionalizado dado que los ríos no tienen prestigio en nuestras políticas o códigos legales; hasta hace poco tiempo se los consideró meramente agua y conductos para el abastecimiento de agua. Ninguna de las dos naciones puede construir proyectos nuevos por mucho más tiempo sin considerar la contribución a la defunción final del río.

- La necesidad de restauración ecológica continuará en aumento.

A medida que se vuelve evidente la pérdida de servicios provistos por los ecosistemas a la humanidad, la restauración de procesos naturales se tornará una característica cada vez más importante de la política pública en ambas naciones. Sin restauración en lugares como los valles y los cañones del Río Grande/Bravo, la vida según evolucionó en este planeta será reemplazada en una o dos generaciones por sistemas de ingeniería para la supervivencia en los países desarrollados, y por desolación más inconcebible en el tercer mundo.

Protección del abastecimiento de agua del río: Ahora debo formular la pregunta espontánea: ¿Dónde, en todo esto, está el agua para el medio ambiente? A lo largo de la historia de la región, el agua que fluye en el arroyo se ha considerado menos un regalo que un derecho, utilizable hasta la extinción. Actualmente, nosotros (Albuquerque y El Paso) estamos desarrollando el último 5% no agotado del agua que producen las cuencas hidrográficas. Por favor, comprendan mis amigos que el agua para el río no se tiene en cuenta y no será tenida en cuenta o abastecida a menos que actuemos muy pronto para garantizar el propio abastecimiento del río. La predicción más cierta que puedo realizar es que el Río Grande seguirá el camino de Gila y Salt y Santa Cruz: ríos en el recuerdo solamente.

Un objetivo razonable es ofrecer 10% de la producción de la cuenca hidrográfica del Río Grande alto para necesidades hídricas mínimas del curso de agua. A pesar de que la cantidad de agua que llega a Ft. Quitman representa solo 5 % de la producción de la cuenca alta, esos 150,000 acres pies (175,000,000 m3) deben protegerse y mantenerse. Aproximadamente 40 kaf se encuentran en peligro con el nuevo proyecto de agua sostenible.

A esto debe agregarse 65 kaf que son propiedad firme del río mismo. Esta cantidad es necesaria para transportar sedimentos, abrir y mantener los canales del tramo del Río Olvidado de manera que el agua fluya nuevamente entre el Río Grande alto y bajo a los parques y granjas de ambos países, para que en Río Olvidado y en el lugar de tierras baldías pueda restituirse una zona natural, que beneficie a los pueblos y a las economías de ambos países, por el poder de la naturaleza.

Los argumentos en contra de esta propuesta son muchos y los he escuchado a todos. Se reducen al temor de que "el buey de alguien se desangre". Concluyo que en gran medida

se trata de negación y racionalización ante la falta de voluntad para hacer lo correcto para el río.

Parece que podemos permitir que 200 kaf se evaporen de la Presa Elephant Butte, y podemos, sin pestañear, tolerar la conversión ininterrumpida de tierras de explotación agrícola a negocios de bienes raíces pero aun así, ¿no podemos solventar una infraestructura nueva para la conservación del agua, no podemos aplicar los ahorros a propósitos manifiestamente públicos?

En la actualidad, somos testigos de la reasignación del agua de usos agrícolas a urbanos. ¿Por qué no puede el río estar presente en este mercado? Al realizar negocios con el agua, debemos hacerle lugar al río. Un diezmo de cada transferencia. Una asignación para comprar agua vital para los animalitos. La movilización de tecnologías ya existentes para la conservación del agua y la aplicación de los ahorros de agua a partir del uso al río. La dedicación de una parte pequeña de nuestros embalses a almacenar agua para nuestro medio ambiente común.

Tenemos una solución a nuestro alcance. Es técnicamente posible tratar el problema de un río que se muere, se deseca y la caja de pandora de consecuencias no buscadas desencadenadas por nuestra decisión aparente de permitir que el Río Grande/Bravo se convierta en un recuerdo que se desvanece en el espejo retrovisor colectivo. ¿Podemos ahora imaginar el eslabón perdido, complicado, la voluntad política para que suceda?

Resumen: Los recursos hídricos son y seguirán siendo escasos. A fin de lograr un equilibrio más adecuado entre los usos consuntivos humanos y ecológicos, debemos comenzar a idear soluciones ahora, desacelerando el crecimiento, siendo escrupulosos en la conservación del agua. Si no prestamos atención al río, nosotros (la generación actual) privará a generaciones futuras de algunas opciones disponibles para expandir la economía del ecoturismo de nuestra región e incluso de restaurar los ecosistemas ribereños dañados de nuestra región.

La respuesta a este reto requiere que todos los usuarios demuestren cierta tolerancia precavida en el desarrollo de los recursos hídricos y un compromiso binacional explícito para garantizar el caudal en el Río Grande/Bravo de manera dedicada y creativa.

Bibliografía seleccionada:

Armstrong, Neal E., "Anticipating Transboundary Water Needs" en Sepulveda & Utton (eds.), "The U.S. -Mexico Border Region: Anticipating Resource Needs and Issues to the Year 2000" (pp. 149-178), Texas Western Press, 1984.

Bowden, Charles, "Juarez: The Laboratory of our Future", Aperture, 1998.

Brown, Lester R., "Who Will Feed China?", W. W. Norton/Worldwatch, 1995.

Charbeneau, Randall J., "Groundwater Resources of the Texas Rio Grande Basin", en Sepulveda & Utton (eds.), "The U.S. -Mexico Border Region: Anticipating Resource Needs and Issues to the Year 2000" (pp. 229-242), Texas Western Press, 1984.

Eaton, David J. & Andersen, John M., "The State of the Rio Grande/Rio Bravo: A Study of Water Resource Issues Along the Texas/Mexico Border", Univ. of Arizona Press, 1987.

Gilbert, Risher, "El Paso Water Supply-Past, Present and Future", en actas de la Conferencia "Law of the Rio Grande", CLE International, 16 de marzo de 2000.

Gleick, Peter H., "The World's Water: The Biennial Report on Freshwater Resources-1998-99, Island Press, 1998.

Harris, Steve, "Forgotten River: Rio Grande Streamflow and the Availability of Water for Restoration-Ft. Quitman to Candelaria" manuscrito inédito, 1999.

House, John W., "Frontier on the Rio Grande", Clarendon Press, 1982.

Niemi, Ernie, "Water Management Study: Upper Rio Grande River Basin, President's Western Water Policy Review Advisory Commission, 1998.

Quammen, David, "Planet of Weeds", en Revista Harper's, octubre de 1998, pp. 57-69.

Apéndice 1 - Algunos beneficios de adquirir un "derecho sobre las aguas" para el Río.

Legales

- Mantener la capacidad de Nuevo México para cumplir los requisitos de abastecimiento de agua establecidos en el Pacto del Río Grande, con la preservación del suministro al sur de Nuevo México/Texas.
- Ofrecer una base mínima para la solución de los reclamos con respecto a los derechos sobre aguas de Pueblo Indian.
- Suministrar protección contra las sequías para los derechos de México (según el Tratado de 1906).
- Evitar los recortes forzados de usos en tierras agrícolas.
- Reducir los costos legales de las instituciones que usan y administrar aguas.
- Proteger a especies en peligro de extinción (sanguinerola plateada del Río Grande).
- Evitar listados adicionales bajo ESA.

Hidrológicos

- Mantener canales de ríos viables, restaurar la capacidad de transferencia de aguas.
- Recargar los acuíferos en todos los tramos.
- Mantener las reservas de almacenamiento en bancos y lechos en todos los tramos.
- Aumentar las estrategias para uso combinado ampliado: Valle de San Luis, Albuquerque, El Paso/Juárez.
- Mantener la cabecera en sistemas de riego alimentados por gravedad.
- Suministrar capacidad para el transporte de sedimentos, con el aumento de la protección contra inundaciones: tramos Valle MRG, Ft. Quitman.
- Reducir o compensar agotamientos incidentales en todos los segmentos.

Calidad del agua

- Disminuir las amenazas a la salud humana en la frontera entre EE.UU./México atribuibles a la afectación de la calidad del agua.
- Mitigar los impactos de las aguas residuales en la Ciudad de Albuquerque.
- Mitigar los impactos de los flujos de reutilización de EBID/EPCWID.
- Proteger el cumplimiento de la ley sobre agua pura de EPPSB durante sequías.

Ecológicos

- Suministrar rebosamiento para la restauración de ecosistemas ribereños. Ampliar los proyectos existentes: Colorado Heritage River, Bosque MRG, Proyecto para la canalización del Río Grande, tramos de Ft. Quitman. Realizar previsiones para proyectos nuevos.
- Proteger Refugios Nacionales de la Flora y Fauna Silvestres (Alamosa, Bosque del Apache, Valle LRG).
- Proteger el ecosistema de estuarios de la Laguna Madre.
- Suministrar caudales mínimos para el Parque Nacional Big Bend /Río Silvestre y Panorámico.

Económicos

- Aumentar las atracciones de la región para la industria del turismo.
- Reducir las presiones del mercado de agua en los pequeños agricultores.
- Crear caudales para la recreación en el río (industria de la pesca, rápidos).
- Reducir el riesgo de incendios graves en bosques ribereños.
- Promover la sostenibilidad de la economía regional.

Imprevistos de sequías

- Crear un Proyecto del Río Grande para amortiguación de sequías.
- Amortiguar sequías en las zonas de servicios de Amistad/Falcón.

Apéndice 2- Obtención de un derecho sobre aguas para el río

I. Conceptos de almacenamiento en las presas -

MetaS: Dedicar una reserva de almacenamiento en embalses principales, explícitamente para aguas ambientales.

Presunciones: 1. Las cifras sugeridas parecen ofrecer almacenamiento adecuado en lugares estratégicos. No se estudiaron las dificultades en relación con la política e ingeniería de poner en vigencia cualquier sugerencia.

2. Será necesaria un nueva autorización del Congreso para las instalaciones a fin de permitir este almacenamiento.

3. Es posible adquirir almacenamiento en algunos casos.

II. Conceptos para la adquisición de aguas-

Metas: 1. Garantizar 10 % de los recursos hídricos de la cuenca del Río Grande. 2. Garantizar el suministro firme de ~65 kaf por conducto de compras/donaciones/instrumentos innovadores. 3. Compensar el impacto de las adquisiciones en los sistemas existentes con el uso más eficiente posible de las aguas en ciudades y tierras agrícolas y aplicar aguas conservadas a la reserva ambiental.

Presunciones: 1. Si no se adquieren en firme, las aguas existentes están sujetas a consumo total. 2. Se agotará parte del agua adquirida y requerirá otras adquisiciones en el curso. 3. Pueden asignarse fondos públicos a la compra de agua y las mejoras de capital para la conservación del agua. 4. Parte del agua adquirida tal vez se venda nuevamente más abajo en el curso para compensar costos.

Para fines de la discusión sugerimos que pueden existir fuentes de agua:

- Proyecto de Cuenca Cerrada: incl. adquisición de derechos sobre aguas en Baca Grant - 20 kaf
- Proyecto San Juan Chama – readquisición de derechos del proyecto -20 kaf
- Proyecto del Río Grande Medio (MRGCD) agua conservada/entre bancos -30 kaf
- Proyecto del Río Grande (EBID, EPCWID) agua conservada/entre bancos -30 kaf

III. Conceptos de operaciones de los ríos-

Metas: Utilizar la capacidad reguladora de los diques para programar descargas a fin de lograr el mayor beneficio social: proteger usos beneficiosos existentes, evitar la desecación del río e imitar la "forma" de la hidrografía natural.

Presunción: No deben satisfacerse todas las necesidades ambientales de aguas. El suministro de derechos aguas abajo forma parte del régimen de caudal conceptualizado futuro. Las estrategias claves incluyen:

- Aumentar el entendimiento de los sistemas de abastecimiento y la capacidad de administrar flujos.
- Incrementar la comprensión de los sistemas naturales dependientes del río para optimizar los regímenes de caudal.
- Realizar modelos de caudales y medir los agotamientos.
- Planificar las operaciones para adaptarse a variaciones en el suministro.

TENDENCIAS EN USOS DEL AGUA
TRAMO FORT QUITMAN-PRESA LA AMISTAD

Ing. Abelardo Amaya Enderle[1]

RESUMEN

La disponibilidad promedio de agua en México es de 4.9 miles de m^3/habitante/año, que de acuerdo a la clasificación de la FAO es una disponibilidad baja; a manera de ejemplo, los extremos son Canadá con casi 100 mil y Egipto con 1 mil m^3/habitante/año. Para el año 2020 se tiene proyectada una disponibilidad de 3.5 miles de m^3/habitante/año para México.

Dentro de la disponibilidad por región hidrológica, en la cuenca del río Bravo es de 1.3 miles de m^3/habitante/año, mientras que en la Frontera Sur es de 28.4.

Actualmente en esta cuenca existe una condición de déficit de aguas superficiales.

La población en 1995 en la cuenca del río Bravo fue de casi 8.5 millones de habitantes; para el año 2010 se espera que sea de 11.0 y para el año 2020 de 12.3 millones de habitantes.

Dentro de un escenario óptimo, en relación al agua potable y alcantarillado se proyecta para el año 2010 tener una cobertura del 97 y 91%, respectivamente; y para el año 2020 una cobertura del 99 y 96% respectivamente.

Las demandas de agua en la cuenca del río Bravo para los diferentes usos, en 1995 fue de 10,474 Mm^3; la situación al año 2020 con acciones mínimas, proyecta una demanda de casi 8,600 Mm^3 y con acciones óptimas una demanda de 7,700 Mm^3.

En el seno del Consejo de Cuenca del Río Bravo no puede ser analizada solamente la subregión del río Conchos por separado, sino que la problemática de la misma es analizada integralmente en todo lo que corresponde a la cuenca del río Bravo, participando en ello los diferentes grupos de usuarios.

[1] Ing. Abelardo Amaya Enderle, Gerente Regional, Comision Nacional del Agua, Gerencia Regional Rio Bravo, Avenida Constitución No. 4103 oriente, colonia Fierro, Monterrey 64590, Nuevo León. telefono: (8) 354-4234 y 355-1205
Fax: (8) 354-1822, e-mail: grrb@acnet.net

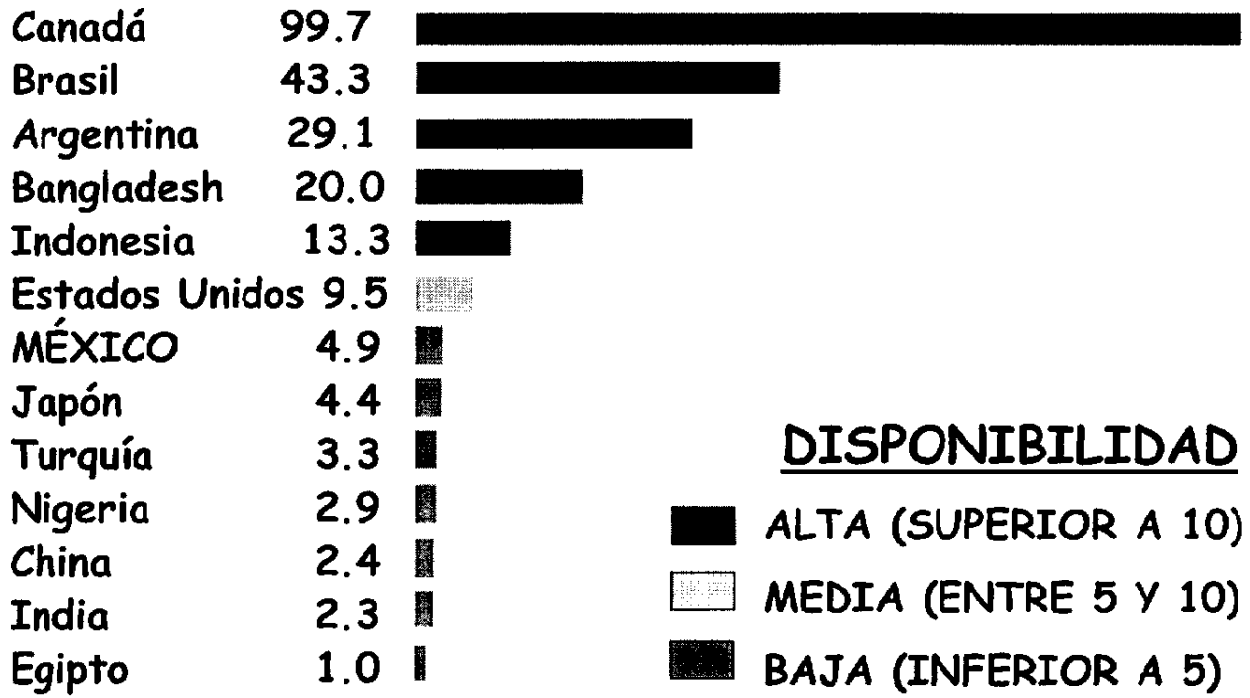
TENDENCIA Y USO FUTURO DEL AGUA

TRAMO FORT QUITMAN – PRESA LA AMISTAD

Ing. Abelardo Amaya Enderle
Comisión Nacional del Agua, Gerente Regional Río Bravo
Av. Constitución No. 4103 oriente, Col. Fierro,64590 Monterrey, N. L.

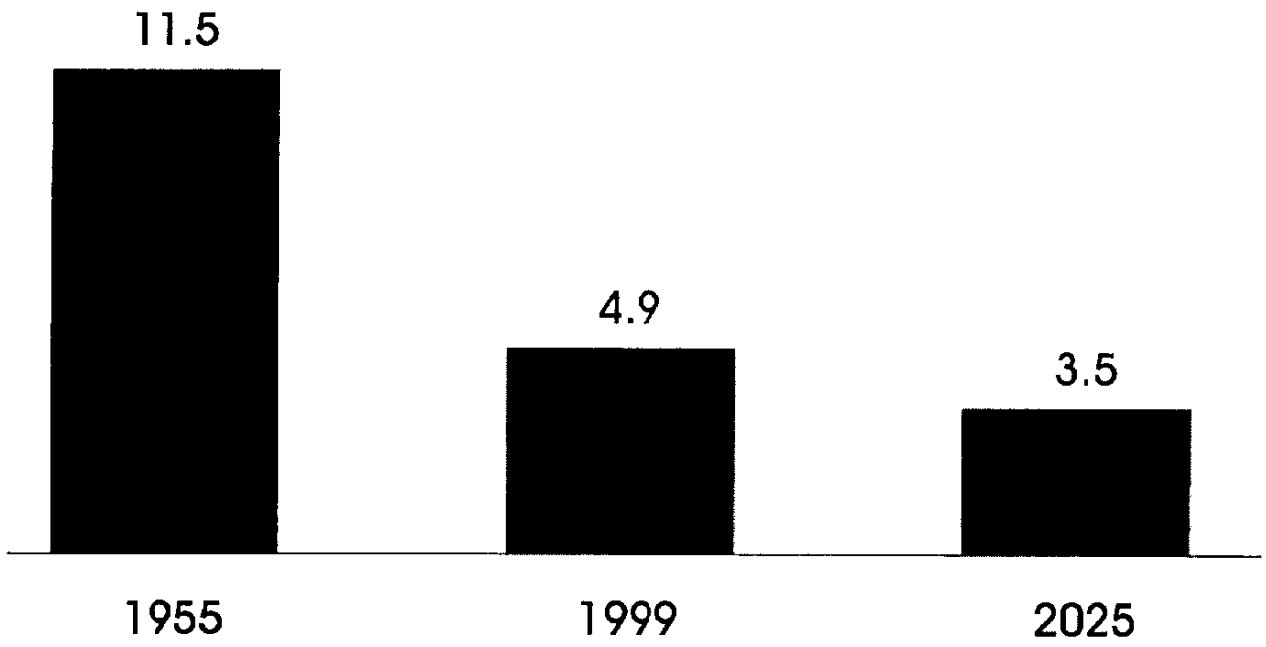
DISPONIBILIDAD PROMEDIO DE AGUA EN DIVERSOS PAÍSES

miles de m^3 / habitante / año



TENDENCIAS EN LA DISPONIBILIDAD DE AGUA EN MÉXICO

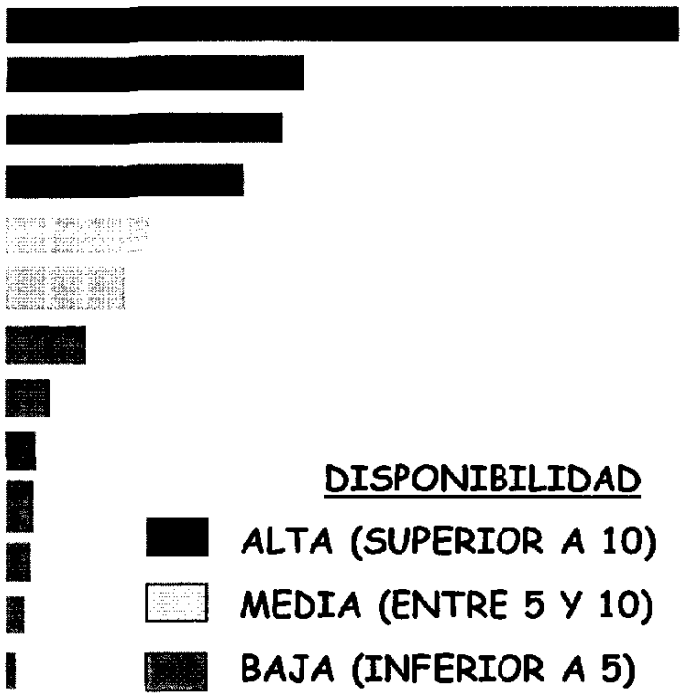
miles de m^3 / habitante / año



DISPONIBILIDAD DE AGUA POR REGIÓN HIDROLÓGICA

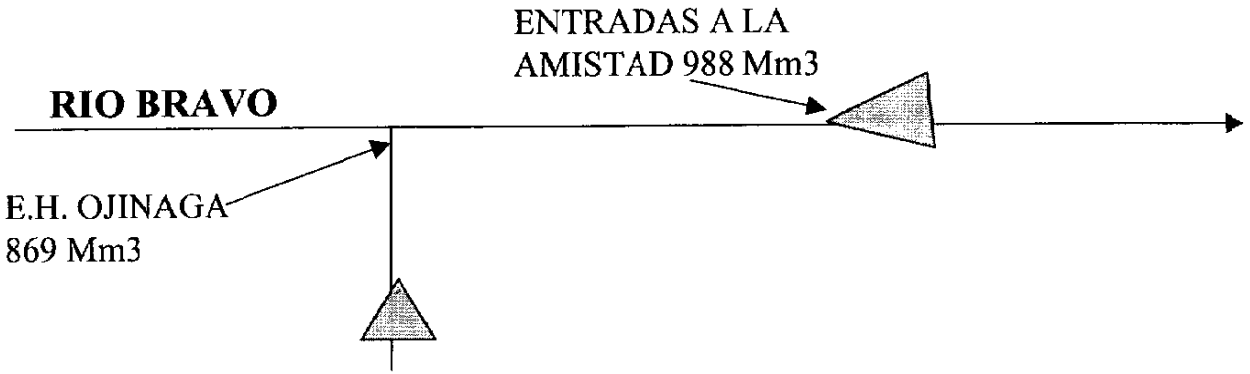
miles de m^3 / habitante / año

Frontera Sur	28.4
Golfo Centro	11.1
Península de Yucatán	10.9
Pacífico Sur	10.0
Pacífico Norte	5.8
Golfo Norte	5.1
Noroeste	3.4
Balsas	2.9
Lerma-Santiago-Pacífico	1.9
Península Baja California	1.4
RÍO BRAVO	1.3
Cuencas Centrales del N.	1.0
Valle de México	0.2



ESCURRIMIENTOS (Mm3):

- **ESCURRIMIENTO MEDIO ANUAL ESTACIÓN HIDROMÉTRICA OJINAGA: 869 Mm3**
- **ENTRADAS DE AGUA MEXICANA A LA PRESA LA AMISTAD: 988 Mm3**
- **POBLACIÓN TRAMO OJINAGA – PRESA LA AMISTAD EN EL AÑO DE 1995 = 25,000 HABITANTES**



PLANO DE DISPONIBILIDAD DE AGUAS SUPERFICIALES

COLOR	CONDICIÓN
	Déficit
	Equilibrio
	Disponibilidad
	Abundancia

POBLACIÓN EN LA CUENCA DEL RÍO BRAVO (MILES DE HABITANTES)

	AÑO				
	1980	**1990**	**1995**	**2010**	**2020**
CUENCA RIO BRAVO	6,000	7,500	8,300	10,900	12,300
OJINAGA PRESA LA AMISTAD	27	25	25	25	24

SIN ACCIONES

- **REZAGOS, ABATIMIENTO EN CALIDAD Y CALIDAD DEL SERVICIO A LA POBLACIÓN URBANA**
- **INCREMENTO EN LA INEFICIENCIA DEL USO DEL AGUA**
- **MAYOR CONTAMINACIÓN A FUENTES SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS**
- **DEGRADACIÓN PROGRESIVA DEL MEDIO NATURAL**
- **DETERIORO AMBIENTAL Y SOCIAL EN LA FRANJA FRONTERIZA**

ACCIONES MÍNIMAS

- **MANTENER LA COBERTURA ACTUAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO, Y MEJORAR LA DE ZONAS RURALES**
- **APOYO A LOS DISTRITOS Y UNIDADES DE RIEGO PARA UN MANEJO EFICIENTE DEL AGUA**
- **REGLAMENTACIÓN Y APLICACIÓN EFECTIVA DE VEDAS**
- **ACTIVACION CONSTANTE DEL CONSEJO DE CUENCA**
- **ACCIONES MINIMAS NECESARIAS PARA EVITAR EL DETERIORO AMBIENTAL Y SOCIAL EN LA FRANJA FRONTERIZA**

ACCIONES ÓPTIMAS

- **TENER UNA COBERTURA DE UN 98% DE AGUA POTABLE EN ZONAS RURALES, CIUDADES MEDIAS Y ALTAS**
- **ALTA COBERTURA EN ALCANTARILLADO (96%) Y SANEAMIENTO (92%).**
- **PROYECTOS PARA APROVECHAR EL POTENCIAL AGROPECUARIO, FORESTAL, ACUÍCOLA, DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y ÁREAS TURÍSTICAS, BAJO LOS PRINCIPIOS DEL DESARROLLO SUSTENTABLE.**
- **QUE LA ACCIÓN DE LOS CONSEJOS DE CUENCA COADYUVEN AL EQUILIBRIO DE LOS INTERESES DE TODOS LOS SECTORES Y ÁREAS DE LA REGIÓN EN EL USO Y MANEJO DEL AGUA**
- **QUE LA FRANJA FRONTERIZA SE CONVIERTA EN EJEMPLO DE COLABORACIÓN**

METAS (%) EN LA COBERTURA DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO (ESCENARIO ÓPTIMO)

AGUA POTABLE			
	AÑO		
	1995	**2010**	**2020**
CUENCA RIO BRAVO	95	97	99
OJINAGA - PRESA LA AMISTAD	86	93	97

ALCANTARILLADO			
	AÑO		
	1995	**2010**	**2020**
CUENCA RIO BAVO	85	91	96
OJINAGA - PRESA LA AMISTAD	45	74	94

USOS DEL AGUA

DEMANDA ANUAL (Mm3)		ORIGEN (Mm3)		DESTINO
		Superf.	Subterr	
Distritos de Riego AGRICOLA	3,037 - 29%	7,183	1,948	248 mil ha/500 mil regables
Urderales	6,094 - 58%			266 mil ha/369 mil regables
PÚBLICO URBANO	1,134 - 11%	517	617	19 GRANDES CIUDADES, 73 CIUDADES MEDIAS Y 16,818 LOCALIDADES RURAL
INDUSTRIAL Y ENERGÍA ELÉCTRICA	166 – 1.6%	105	61	10 MIL INDUSTRIAS CONCENTRADAS EN 6 CIUDADES Y TERMOELECTRICAS
OTROS	43 – 0.4%	22	21	GANADERIA, SERVICIOS Y RECREATIVO
TOTAL	10,474 - 100%	7,827	2,647	

DEMANDA AL AÑO 2020 CON ACCIONES MINIMAS= 8,600 Mm3

DEMANDA AL AÑO 2020 CON ACCIONES OPTIMAS = 7,700 Mm3

PORCENTAJE DE USO DEL AGUA DE LOS SECTORES AGRICOLA Y PÚBLICO URBANO Y SUS TENDENCIAS

SECTOR	1995	2020
AGRÍCOLA	87	74
PÚBLICO URBANO	11	21

PUNTOS DE REFLEXION

- ESCASEZ DEL RECURSO
- ALTO CRECIMIENTO DE LA DEMANDA
- REASIGNACION DEL RECURSO
- SANEAMIENTO
- FOMENTAR EL REUSO
- CRECIENTE COMPETENCIA ENTRE USOS Y USUARIOS DEL AGUA
- PARTICIPACION EN LA CULTURA DEL AGUA
- SISTEMAS DE RIEGO PRESURIZADO

EL RÍO COMO UNA ATRACCIÓN NATURAL PARA EL TURISMO

David Alloway [1] Pablo Domínguez [2]

RESUMEN

Las visitas y el turismo a lo largo del curso del Río Bravo/Río Grande desde Fort Quitman hasta Del Río se basan en gran parte en la belleza natural y la importancia histórica de la región. Actualmente, el turismo es la industria predominante en la costa de los Estados Unidos, y posee el potencial para convertirse en la fuente principal de ingresos en la costa mexicana. Con una administración del río que garantice la conservación de la belleza natural de la región, los estados de Chihuahua, Coahuila y Texas se beneficiarán en grado mayor que con el uso consuntivo y el desarrollo industrial.

Introducción: Puntos en común

La región a lo largo del Río Grande/Río Bravo entre Fort Quitman y Del Río en Texas representa parte de las tierras más remotas y despobladas de la frontera entre Estados Unidos y México. A pesar de que se trata de una frontera internacional, el río aúna un ecosistema, una historia común, una economía relacionada y, tal vez en el futuro, una fuente común de ingresos. Ambas márgenes del río ofrecen zonas amplias de tierras públicas, incluidos el Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena, Chihuahua (Área de Protección del Cañón de Santa Elena), el Área de Protección de Flora y Fauna Maderas del Carmen Coahuila (Área de Protección de Maderas del Carmen), el Parque Nacional Big Bend, el Parque Estatal del Rancho Big Bend, la Zona de Ordenación de la Fauna y Flora Silvestres Black Gap, la Zona Silvestre y Protegida del Río Grande y la Zona de Recreación Nacional Amistad. A partir de la apertura del Parque Nacional Big Bend en 1944, el turismo se ha convertido en la fuente más importante de ingresos para la costa estadounidense de la región con un potencial similar del lado mexicano.

Los antecedentes económicos de la región se basaban principalmente en la explotación ganadera, la actividad agrícola y, esporádicamente, la minería. Dada

[1] David Alloway, Departamento de Parques y Flora y Fauna Silvestres de Texas, Exhibit Technician III, Big Bend Ranch State Park, P.O. Box 2319, Presidio, TX 79845 USA; (915) 229-3416; Fax (915) 229-3406, david.alloway@tpwd.state.tx.us

[2] Bio. Pablo Domínguez, Director de SEMARNAP, Área de Protección de Flora y Fauna Cañón de Santa Elena, Ecuador 321, Col. Panamericana, Chihuahua, Chih. MÉXICO, tel/ fax: 011-52-14-13-84-24, canonstaelena@infosel.net.mx

Los antecedentes económicos de la región se basaban principalmente en la explotación ganadera, la actividad agrícola y, esporádicamente, la minería. Dada la falta de infraestructura, de acceso fácil al agua, o de población extensa para una fuerza laboral, la industria pesada ha desempeñado una función poco importante. Con muchos de los recursos naturales agotados o que ya no son necesarios, y los problemas de distribución del agua y sequías en relación con la agricultura, el turismo se ha tornado en una forma sostenible de utilizar los recursos de la zona con una repercusión menos consuntiva en general.

Los visitantes de la región tal vez tengan intereses diferentes, pero casi exclusivamente todos se relacionan con los recursos naturales y culturales de la zona. El río, conjuntamente con sus cañones, montañas y desiertos ofrece un paisaje espectacular y oportunidades de recreación. La flora se considera más típica de México que de los Estados Unidos y las aves son especialmente diversas. La región es un refugio para un conjunto de plantas y animales en peligro de extinción o amenazados. La prehistoria de la región incluye los trabajos de arte en roca más antiguos en América del Norte y su historia se remonta a 1535. Los habitantes locales pueden aprovechar los recursos naturales, culturales y recreativos. Existe una economía del turismo poco consuntiva en la mayoría de las comunidades de la costa de los Estados Unidos en forma de servicios para actividades al aire libre y guías, alojamiento, alimentos, servicios mercantiles y vehiculares. Con la apertura de parques en la margen mexicana y el mejoramiento del acceso surgirán oportunidades similares.

Metas compartidas

Por medio de reuniones, simposios conjuntos y comunicaciones individuales entre los organismos del gobierno y las partes privadas interesadas, existen preocupaciones compartidas entre los residentes de los Estados Unidos y México en la zona, las cuales giran en torno a la necesidad de conservar los recursos. A los visitantes de la zona no les interesa la industria pesada, y tampoco se interesarían en el futuro si se estableciera tal industria. El ulterior tráfico comercial, la calidad del aire disminuida, las repercusiones visibles para la tierra y el río, y la idea de industrializar una zona primitiva servirían para alejar más que atraer a muchas personas. Las industrias que consumen agua y que no reciclan se convertirían, en el largo plazo, en fuentes finitas de ingresos y empleos. Con el tiempo, el uso imprudente de los recursos hídricos acabará con el crecimiento económico, sostenible o no.

La agricultura local tiene una antigüedad de más de 700 años, pero con la excepción de unos pocos festivales de cosechas anuales, la atracción es escasa para el visitante promedio. Déficit recientes en aguas de riego, conjuntamente con una reducción del número de personas que desean trabajar como obreros, disminuyen la importancia económica de la agricultura. Las actividades de explotación ganadera pueden manejarse para atraer a visitantes e ingresos

directos. Anteriormente, muchos rancheros de la zona complementaban sus ingresos con cazas de estación, en gran parte ignorando al visitante no consuntivo. Con la sequía en toda la región y los precios en descenso del ganado, muchos rancheros están comenzando a investigar maneras de fomentar el turismo mediante el aprovechamiento de la tradición ganadera, la cual está desapareciendo rápidamente tanto en México como en los Estados Unidos. Posiblemente la tradición ganadera pueda continuarse mediante el uso no tradicional del turismo.

Otra meta compartida es la educación de los residentes locales y de los visitantes. La sequía actual y la economía sometida a tensiones han llevado a algunos residentes en ambas márgenes del río a vender los recursos. No es inusual observar camionadas de ocotillos y otras plantas del desierto que se retiran de las propiedades de los Estados Unidos para venderse en otros lugares. Muchos rancheros mexicanos intensificaron la producción de cera candelilla hasta el punto que se tornó casi imposible venderla. Han aumentado las actividades ilegales, como la venta internacional de artefactos y formaciones de cavernas producto del saqueo. Otro problema es el tráfico de drogas y el contrabando de otros elementos. Es necesario convencer a los habitantes de la región que la venta de recursos representa un ingreso único. La conservación de los recursos puede proporcionar un ingreso permanente proveniente del turismo. También se debe educar a los visitantes para que no adquieran dichos elementos de personas que optan por ignorar esta ética.

A lo largo de la historia, el consumo de recursos ha sido tema de acusaciones de los Estados Unidos a México. Cuando artefactos locales, arte en roca y formaciones de cavernas se retiran de México y se venden en los Estados Unidos, se habla a viva voz en general sobre la falta de sensibilidad de las personas que venden sus recursos irremplazables. No obstante, cabe destacar que los compradores de estos contribuyen por igual al daño y que la venta de recursos difícilmente se restringe al lado mexicano. El Parque Nacional Big Bend, el Parque Estatal del Rancho Big Bend y el Área de Protección de Santa Elena han padecido el hurto de arte en roca nativo en los últimos diez años.
Otro punto de educación es lograr que los residentes adapten el uso tradicional de la tierra de manera que sea más ecológico y económicamente eficiente. Los funcionarios mexicanos trabajan con los rancheros tradicionales durante la sequía actual a fin de convencerlos que el prestigio de la propiedad debe basarse en la calidad y no en la cantidad de ganado. Otro tema sobre el que se ofrece orientación tiene que ver con restringir los tiempos de crianza a fin de producir terneros más uniformes, lo cual generará precios más altos para el rebaño en general y permitirá un alivio de la presión en los pastizales en ciertas épocas del año. Además de un mejor mercadeo, ganado de apariencia más saludable será más atractivo para los clientes, de manera que los rancheros lo considerarán como una fuente adicional de ingresos.

La instrucción debe incluir dos enfoques. El primero es la idea que la pérdida de un recurso es una pérdida para todos, y que la destrucción ininterrumpida limitará el crecimiento económico sostenible. El segundo es que las personas deben reconocer cuando suceden dichas actividades, y tomar las medidas para instruir o sancionar a los delincuentes. La educación no solo debe ser una meta compartida entre los organismos participantes, sino la preocupación de todas las personas. Los niños en edad escolar deben constituir una preocupación especial, y todos los organismos y organizaciones deben realizar un esfuerzo especial mediante programas en el lugar y de extensión escolar para educar a la juventud de la zona sobre la necesidad de la conservación. A menudo, los niños ejercerán influencia más positiva sobre sus padres, y tomarán decisiones importantes sobre el uso de recursos en el futuro.

El establecimiento y el mantenimiento de crecimiento sostenible y de bajo impacto es una meta que beneficiará económicamente a la región al tiempo que conservará su carácter natural y cultural único. Para que esto funcione, las personas que habitan en la zona necesitarán obtener ganancias económicas por su respaldo. Es demasiado fácil para los empleados de organismos gubernamentales o grupos de interés especiales externos a la región solicitar una interrupción de las actividades consuntivas sin prestar una fuente alternativa de ingresos. Sin una fuente de ingresos, no se puede prever que los residentes locales respaldarán la protección de los recursos. Sin una alternativa viable para los ingresos, continuarán las prácticas consuntivas con respecto a los recursos.

Ejemplos de gestión compartida

Dado que las tierras públicas en las márgenes de los Estados Unidos y de México se encuentran en etapas diferentes de desarrollo administrativo, un flujo abierto de comunicación y conocimientos beneficiará a los intereses ecológicos y económicos para la región en su totalidad. Los funcionarios del Área de Protección del Cañón de Santa Elena reconocen que pueden adoptarse ejemplos administrativos y de gestión de parques más antiguos de Texas. Al estudiar administraciones anteriores de los parques estadounidenses, es posible adoptar ideas viables en los casos en que fuera posible, al tiempo que los parques más nuevos no necesitan repetir errores pasados. Los administradores de tierras estatales y federales de los Estados Unidos también necesitan darse cuenta que como resultado de diferencias en las estructuras políticas, los factores económicos, el uso tradicional, y la titularidad comunal de la propiedad, no todas las estrategias de administración pueden transferirse a los parques mexicanos. Es necesario que los asesores de los Estados Unidos no se comporten como el "hermano mayor" sino que ayuden a los administradores de las tierras mexicanas a reconocer sus necesidades e identificar soluciones viables.

Se han realizado esfuerzos exitosos en el transcurso de los últimos años a fin de que los organismos estadounidenses y mexicanos concurran a reuniones, talleres

y simposios para que aborden nuestras necesidades y responsabilidades compartidas. Estos esfuerzos resultaron en una red que alienta a los organismos a trabajar juntos en proyectos que son únicos para sus intereses. Un ejemplo de esto lo constituyen las iniciativas combinadas del Área de Protección de Santa Elena y el Parque Estatal del Rancho Big Bend. Dado que comparten veintiséis millas de tierra adyacente a ríos, la meta es compartir también el turismo. Habida cuenta de las restricciones presupuestarias y de personal que enfrentan ambas entidades, el método empleado se ha concentrado en la interpretación en diferentes ámbitos.

El personal de la Zona de Protección del Cañón de Santa Elena y el Departamento de Ecología del Estado de Chihuahua han concurrido a programas interpretativos en el Parque Estatal del Rancho Big Bend, incluidos capacitación de guías, supervivencia en el desierto y seminarios arqueológicos. Han correspondido sirviendo de anfitriones para excursiones nocturnas a caminos vecinales y campamentos de su parque. Por otra parte, el Departamento de Parques y Flora y Fauna Silvestres de Texas solicitó la opinión de organismos mexicanos y estadounidenses para la remodelación de las muestras en el Centro de Educación Ambiental Barton Warnock, cerca de Lajitas, Texas. El resultado es un museo diseñado para servir a visitantes de la zona tanto de habla inglesa como española y ofrecer información precisa sobre la región con el tema "Una Tierra". Cooperaciones similares con el establecimiento de centros de visitantes en el futuro en otros parques intensificarán la educación y el acceso general de la zona.

Los Seminarios *Downriver* [Río abajo] patrocinados por el Servicio de Parques Nacionales constituyen otro ejemplo excelente para compartir información no solo entre los organismos, sino también con empresas privadas que utilizan el río para el turismo. En la actualidad, los abastecedores privados disfrutan de acceso relativamente ilimitado a ambas márgenes del río como una vía de navegación internacional. En este momento, el uso comercial del río pertenece casi exclusivamente a empresas de los Estados Unidos, pero no hay razones por las que las empresas mexicanas no podrían también operar de manera similar. De la misma manera, se ha manifestado cierto interés en el transporte fluvial con balsas con fines comerciales por el Cañón de Peguis en el Río Conchos, lo cual podría constituir un área especialmente ventajosa para los abastecedores mexicanos en caso de que el incremento en los niveles de agua así lo permitiera.

El Comité Binacional de Turismo es una organización que incluye principalmente a empresarios mexicanos y estadounidenses interesados en la promoción de la región como un centro turístico. Zonas de interés especial incluyen un sitio amplio de fósiles de dinosaurios y una caverna recientemente descubierta, en proximidades de Ojinaga, Chihuahua. Otra posibilidad comprende excursiones a las ruinas de los fuertes españoles del siglo XVIII a lo largo del Río Grande/Río Bravo. Estos sitios históricos han sufrido daños considerables como resultado de la erosión de las estructuras de adobe y saqueadores que buscan artefactos y

tesoros. Su empleo como un recurso económico y no consuntivo instaría a la conservación futura.

La región de Big Bend en Texas ha ganado popularidad de manera constante en el curso de los últimos cincuenta años con el retorno de muchos visitantes una y otra vez que traen a sus hijos y nietos. Muchas de las personas que se han enamorado de Big Bend desean explorar zonas nuevas y mirar a través del río hacia un territorio desconocido. El establecimiento de parques extensos en Chihuahua y Coahuila es una zona de oportunidad para el desarrollo económico, con una repercusión menor para los recursos que las actividades anteriores.

El acceso a parques mexicanos nuevos aumentará los niveles de visitas, a su vez, del lado estadounidense. Dado que la región está ubicada lejos de rutas de viaje comunes en los Estados Unidos, Big Bend es un destino importante más que una zona de paso para la mayoría de los visitantes. La tendencia es permanecer muchos dias, dejando tiempo para cubrir las distancias considerables. La proximidad de los parques mexicanos instaría a los visitantes a extender su estadía, con el beneficio de todas las partes interesadas. Sería lo mismo para los parques estadounidenses, con más visitas a la zona por parte de turistas mexicanos que llegan a los parques recientemente abiertos. Esto podría facilitarse aun más mediante enmiendas a las disposiciones federales que regulan el ingreso y el acceso a los Estados Unidos y a México.

Factores que repercuten en las visitas a la zona

Niveles de agua en descenso en el río entre Fort Quitman y Del Río constituyen el obstáculo principal al desarrollo económico de bajo impacto. La sequía actual de ocho años de duración es exacerbada por el uso agrícola, industrial y municipal aguas arriba de Río Grande/Río Bravo y Río Conchos. Ni la sequía ni las batallas legales ininterrumpidas por el uso del agua son problemas que puedan resolver directamente los organismos involucrados. Por otra parte, el nivel bajo de población en la zona no permite que los ciudadanos locales ejerzan influencia política fuerte en esta materia. En tal caso puede ser necesario atraer a organizaciones ambientales con membresías grandes a fin de presionar para lograr medidas políticas que restablezcan los flujos que dieron al río los nombres Río Grande y Río Bravo.

Es especialmente importante abordar las demandas de ciudades grandes río arriba que instan a la expansión de la población y la industria pesada sin dejar de reconocer que es inminente la escasez de agua con los niveles de consumo actuales. En la mayoría de los ecosistemas de desiertos el río constituye una arteria de vida. Río Grande se ha convertido, bajo la gestión actual, en un límite artificial entre dos naciones, una fuente de agua con escaso retorno, y un blanco para el desecho de residuos. Niveles de agua en disminución continúan socavando el lecho e inhibiendo el depósito de suelos fértiles en zonas que fueron alguna vez

tierras de aluvión. Esto repercute en el ecosistema en su totalidad, desde comunidades vegetales ribereñas hasta aves migratorias. En combinación con la falta actual de precipitaciones, el uso recreativo del río ha disminuido de manera pronunciada, lo cual se refleja en toda la economía local.

Dado que los visitantes llegan a la región por sus atracciones naturales, conservar la sanidad del río es un interés común, lo cual a su vez beneficia al ecosistema. Como se mencionó anteriormente, la región no cuenta con los mejores medios para administrar la industria pesada, lo cual es un aspecto positivo desde el punto de vista del turismo. Sin embargo, el uso industrial y municipal externo a la región tendrá un impacto negativo en la zona si no se lo controla. Ciudades como El Paso ya están adquiriendo derechos para napas subterráneas en la región a fin de utilizarlos en el futuro, e incluso comunidades río abajo como Laredo han realizado consultas a fin de adquirir los derechos locales de riego para su transferencia río abajo. Estas inquietudes deben resolverse en los ámbitos estatal y federal y con convenios internacionales. El problema es tan complejo que es improbable que se resuelva antes de que se realice un daño permanente.

Es necesario presionar inmediatamente a los legisladores para que soliciten a los usuarios consuntivos que devuelvan un gran porcentaje del agua al río, en estado biológicamente inocuo. Se debe instar a las industrias y a las municipalidades a que identifiquen maneras para reciclar el agua en lugar de utilizarla y buscar otras fuentes para el consumo. No se trata solo de un problema local sino de un problema de relevancia internacional.

La calidad del aire es otro tema de gran escala con importancia local. Durante años los visitantes de la región han realizado comentarios sobre la intensidad del azul del cielo y las noches claras estrelladas. No obstante, aumentos recientes en la contaminación disminuyen la visibilidad de la zona a un ritmo constante. Una vez más, es muy fácil culpar a las plantas generadores de electricidad a base de carbón en México y las emisiones de automotores por el problema. No obstante, la calidad deficiente del aire se atribuye también a zonas metropolitanas grandes al norte de la frontera. Se trata de otro problema local que necesitará solución a nivel internacional. Las protestas de los Estados Unidos en contra de las plantas que utilizan carbón en México fueron respondidas por los ciudadanos mexicanos preocupados acerca de intentos recientes por verter desechos nucleares de bajo nivel en las proximidades del río.

Se pone en peligro a la agricultura que depende del riego por todos los factores antes mencionados relacionados con el agua. A medida que el agua se torne más escasa, las granjas producirán barbecho y contribuirán a disminuir la calidad del aire como resultado del polvo que se desprende de tierras alteradas. Lo mismo sucederá con los pastizales dañados por sequías y la ordenación incorrecta. Recuperar la vegetación natural en estas zonas contribuirá a conservar la calidad del aire e intensificar los aspectos naturales de la región apreciados por los

visitantes. Se trata de un problema que puede abordarse a nivel local con la ayuda de organismos y universidades que participan en la ordenación de granjas y tierras de pastoreo. La educación en métodos agrícolas sostenibles, muchos de los cuales incluyen el turismo, es otro tema sobre el cual se puede actuar sin intervención superior.

Otra área que necesita solución es la observancia de leyes regionales y la presencia militar. Muchos visitantes a la zona desaprueban actitudes de las autoridades, especialmente de Aduanas de los Estados Unidos y la Patrulla Fronteriza de los Estados Unidos. Se reconoce que estos agentes realizan un trabajo muy importante y a menudo riesgoso, pero muchos visitantes se sienten cuestionados de una manera descortés o se convierten en sospechosos sin justificación. Muchos visitantes mexicanos a los Estados Unidos expresan temor a las autoridades, y lo mismo ocurre con los estadounidenses que visitan México. El uso del Ejército Mexicano para la interceptación de drogas es un tema muy perturbador para la mayoría de los ciudadanos estadounidenses que visitan México. Dado que la fundación misma de los Estados Unidos comprende el límite de los poderes de los cuerpos militares, la inspección por parte de soldados armados genera temor en muchos turistas de los Estados Unidos. La matanza de un adolescente inocente estadounidense por Infantes de Marina de los Estados Unidos en un ejercicio de interceptación de drogas en 1998, cerca de Redford, Texas, contribuyó a crear esta imagen negativa.

El tráfico de drogas en la región es otra imagen negativa que afecta en gran medida al turismo. Disparos en 1988 contra tres ciudadanos estadounidenses en Río Grande, que provocaron la muerte de uno de ellos, ilustran la persistencia de esta imagen. Si bien nunca se probó una relación entre la emboscada y el narcotráfico, informes tempranos de los medios de comunicación sugirieron esta posibilidad, y generaron gran especulación. Doce años más tarde, visitantes ocasionales aun se refieren al incidente y realizan preguntas sobre la seguridad de toda la región. Unos cuantos representantes de los medios de comunicación señalaron que la región tiene una incidencia per cápita baja de delitos violentos. Muchos de los futuros visitantes que preguntan sobre el incidente llaman de zonas metropolitanas grandes con tasas de homicidios que superan los cuatrocientos asesinatos por año. Si bien no debiera permitirse que el narcotráfico opere libremente en la zona, los organismos encargados de exigir el cumplimiento de la ley deben capacitar a los funcionarios para que procedan con sus obligaciones de una manera positiva que no trate a los turistas como criminales potenciales. La mayoría lo hace en la actualidad y constituyen miembros apreciados de la comunidad.

Otro factor que repercute en el turismo es la dificultad de acceso. Se trata de un arma de doble filo. Muchos turistas se sienten atraídos por la naturaleza primitiva de la zona. No son muchos los caminos pavimentados en la margen de los Estados Unidos y son limitados los servicios de alojamiento y comida. Las

distancias entre las gasolineras son grandes e incluso hay menos mecánicos disponibles. El lado mexicano es incluso más limitado en todas estas categorías, con algunos caminos vecinales que jamás se recorren. Han muerto personas en la región, en ambas márgenes del río, como resultado de deshidratación o exposición, simplemente por la ruptura de su vehículo. El desarrollo atraería a más visitantes y tal vez dinero, pero también podría significar el fin de la soledad que procuran muchos visitantes y residentes. El incremento de las visitas a proporciones similares a las de los Parques Nacionales Yellowstone y el Cañón del Colorado aumentaría también el uso no recuperable del agua y el ecosistema delicado del desierto, los sitios arqueológicos y las estructuras históricas también se pondrían en peligro. Multitudes grandes afectan también negativamente los movimientos y el hábitat de la vida silvestre. Algunos animales comienzan a depender de los desechos como fuente de alimentos, convirtiéndose en dañinos o peligrosos según las circunstancias. Otros animales simplemente desaparecen y se trasladan a zonas menos concurridas. No obstante, el problema es que las zonas menos concurridas son más escasas cada día. La razón por la que la región tiene una población silvestre abundante es por la escasa intervención humana. Visitas desenfrenadas alterarían esta situación.

Al igual que en otras regiones, se debe estudiar la expansión del turismo en cuanto a los efectos a largo plazo. Los defensores de la industria del turismo consideran que los beneficios son sostenibles y no consuntivos. Sin embargo, una visita a parques extensos en otras regiones en temporada alta indica rápidamente lo contrario. Multitudes grandes requieren productos desechables y grandes cantidades de agua. Los funcionarios de los parques tal vez no pueden legislar y proteger cada recurso sensible. Con números incrementados de personas crece la actividad criminal y el impacto. La vigilancia cuidadosa de la expansión y el uso de los servicios de guías y de los expertos en actividades al aire libre sería una manera altamente satisfactoria de permitir el acceso con conservación de los recursos y menos impactos. Estos servicios ofrecerían también empleos a nivel local. El eufemismo actual para visitas de grandes números de personas de algunos parques de los Estados Unidos es que "queremos a nuestros parques hasta la muerte".

Resumen

El turismo potencial de Río Grande/Río Bravo se conecta directamente con la belleza de su paisaje, el encanto de su flora y fauna, y el encanto de las culturas pasada y actual. La región está dividida por una frontera internacional, pero unida por un río común, con la misma característica topográfica. En comunicaciones entre los organismos que usan la tierra en Estados Unidos y México es evidente que son más los intereses compartidos que las diferencias. A fin de mantener la integridad ecológica de esta región, debe crearse y compartirse una economía mutua de bajo impacto. Con visión clara y consideración cuidadosa, el turismo parece ofrecer la mejor opción en cuanto a los recursos y el bienestar económico

de los residentes de la zona. Los factores externos cobran mucha importancia en el futuro de la sección del Río Grande/Río Bravo desde Fort Quitman a Del Río. La conservación de este ecosistema debe comenzar con los residentes de la región, llegando hasta Washington D.C. y el Distrito Federal de México.

UNIDOS EN LA FRONTERA

Ernesto C. Enkerlin-Hoeflich[1]

RESUMEN

Debemos pensar y trabajar en la zona fronteriza como algo que realmente nos une y no como un línea de separación imaginaria y, por momentos, muy real. ¿Cómo podemos trabajar más estrechamente y mejor? La sección "verde" de los temas ambientales, los recursos naturales, la biodiversidad y los ecosistemas reciben hasta el momento muy poca atención en comparación con otros temas ambientales que, a su vez, no son objeto de demasiado interés aun en la zona de la frontera y, especialmente, en el límite noreste con Texas. Actualmente se hace más hincapié en el desarrollo social y en la mitigación de la pobreza, la compensación de los déficit fiscales en las municipalidades mediante la dedicación de fondos "para el medio ambiente" a fin de realizar obras básicas de infraestructura y públicas y, finalmente, lograr el manejo de crisis ambientales/políticas. La participación de los ciudadanos está en aumento pero aun es escasa, especialmente en la margen mexicana. Se necesitan con urgencia campañas de habilitación y concientización a fin de crear sinergia positiva entre los ciudadanos y los gobiernos que incluya información amplia y el "derecho a saber". Dado el conflicto percibido en el establecimiento de instalaciones para los residuos tóxicos o nucleares con un "medio ambiente sin riesgos" por parte de la mayoría del público de ambas partes, es prudente declarar la inexistencia de planes de este tipo para el futuro en la zona. Esto sería una decisión acertada desde el punto de vista político. Es necesario vincular más desarrollo de infraestructura a la planificación ecológica regional, incluido el establecimiento o el refuerzo de áreas naturales protegidas que garanticen la viabilidad de las especies en peligro de extinción y mantengan los servicios de los ecosistemas. Es necesario establecer un límite para el desarrollo, de manera que las municipalidades compitan por las mejores empresas y no solo por cualquier empresa o proyecto de desarrollo. La cooperación binacional a nivel del gobierno y de la sociedad es importante y quedó de manifiesto en proyectos como "Laguna Madre: Una iniciativa binacional". Este proyecto contribuirá a

[1] Dr. Ernesto Enkerlin, Director, PRONATURA Noreste, A.C. Alfonso Reyes, 201-A Col. Contyr, Monterrey, Nuevo Leon, Mexico 64860 (tel) 8 387-5181 y 387-5815 y 328-4032 (correo electronico) enkerlin@campus.mty.itesm.mx

establecer una visión para la región mediante procesos de participación y será un ejemplo de concientización incrementada y planificación a largo plazo para esta región. Actividades específicas de desarrollo serán necesarias para el seguimiento. Se presentan nueve recomendaciones concretas.

Parece que pensamos que las fronteras deben separar. Aprendemos ésto y nuestra cultura lo refuerza. Incluso construimos paredes y cercas para probar que supuestamente deben separarnos pero, en mi opinión, al final siempre estamos unidos en la frontera.

En cambio quizá debamos pensar en esto más como la línea que marca el punto de encuentro de los hemisferios de un cuerpo asimétrico. O la cremallera que permite que partes de tela permanezcan unidas en lugar de dejarnos en una desnudez ridícula. Estamos tan estrechamente unidos que para saber sobre qué margen estamos, confiamos en el sol y las estrellas. Nos une también en muchas maneras tontas, pero lo que es más importante, en retos compartidos como la pobreza, los malentendidos, las asimetrías y el medio ambiente. En el ámbito del medio ambiente, tal vez el desafío más importante se relacione con los recursos naturales como si incluso cuando finalmente prestamos atención al medio ambiente terminamos considerándolo como el último de los recursos y una vez más dibujando límites imaginarios entre las necesidades ambientales humanas y las necesidades ambientales ecológicas. A nivel del medio ambiente, el límite definitivamente tiene un sesgo y no es verde sino marrón (gris).

La ponencia tal vez sea crítica o cínica por momentos, pero reconozco avances importantes como resultado del TLC y otras iniciativas para lograr la solución de los problemas fronterizos. No haré referencia a estadísticas y cifras porque las cifras reales se encuentran en la tierra y el pueblo de la frontera, que por momentos ni sabe qué es bueno para sí y su futuro. Es nuestra responsabilidad darles el conocimiento, las herramientas y las posibilidades para elegir lo mejor. El espíritu es de optimismo crítico, de lo contrario ¿quién quiere participar?

Finalmente estamos comprendiendo el concepto de estar unidos en la frontera y ahora cuando lo pensamos, ya no es una línea sino una franja, doscientas millas de ancho, mitad en cada margen de la línea imaginaria. Se trata aun de una visión parcial y una negación de

los límites naturales, pero un reconocimiento de que necesitamos trabajar juntos y todo esto tiene que comenzar y continuar con el diálogo permanente.

Recursos naturales: un programa olvidado

El medio ambiente y el concepto de desarrollo sostenible tal vez tengan, en opinión de muchos, un estigma "verde" pero en la práctica hasta la fecha solo ha sido una manera de camuflar el desarrollo en el viejo estilo. Las preocupaciones ambientales verdaderas como la protección y la restauración de la cuenca hidrográfica, la conservación de la biodiversidad y el reconocimiento económico de servicios ecológicos no se incluyen en la discusión. El medio ambiente ha estado prestando escasa atención y, en algunas ocasiones, resolviendo los temas más apremiantes del momento que tienen un impacto en las comunidades humanas y que pueden solucionarse con "infraestructura". La orientación es abordar el crecimiento en vez de administrar, reorientar o incluso contener el crecimiento sobre la base de la disponibilidad limitada de recursos naturales y el potencial de reducir permanentemente la calidad de la vida en la región.

La región de influencia de nuestra frontera desde Big Bend al Golfo incluye en parte el Estado mexicano de Chihuahua y toda la frontera de Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas. En los Estados Unidos todo este tramo se encuentra en el estado de Texas. Los cinco estados en ambas márgenes tienen algo en común: se beneficiaron en gran medida del TLC y seguirán beneficiándose como resultado de razones históricas, económicas y geográficas.

Los beneficios del crecimiento económico han permitido mantener y, en algunos casos, incrementar la asignación de recursos al "medio ambiente" pero una mayoría abrumadora de éstos se han desviado a temas de servicios públicos básicos y justicia social como agua limpia, alcantarillado y disposición adecuada de residuos, mientras que la verdadera inversión en el medio ambiente o mecanismos orientados hacia el futuro no han contado con los fondos suficientes o se han olvidado simplemente a medida que las autoridades municipales y estatales encuentran en mecanismos de financiamiento relacionados con el medio ambiente (como NADBank y el Banco Mundial) un escape fácil a muchas de sus propias limitaciones fiscales para las obras públicas. Si bien la mayoría de estas inversiones son claramente necesarias y con suerte tienen las prioridades que corresponde, es un hecho que se trata de inversiones a corto plazo y determinadas por emergencias. Hasta que se

diseñe un mecanismo vinculante para la asignación de una parte de los recursos a temas realmente verdes o ecológicos (basados en el ecosistema y a largo plazo), observaremos una disminución constante en la calidad de vida y la disponibilidad de recursos naturales y un aumento ininterrumpido en el costo y en la dificultad de mitigar los impactos en un juego de suma cero o negativa que no beneficia a nadie.

Participación ciudadana

La participación ha aumentado en la zona fronteriza aunque a un ritmo demasiado lento para hacer frente a las presiones y a las decisiones que ocurren casi a diario. Las organizaciones no gubernamentales (ONG) o las organizaciones de la sociedad civil (OSC), incluidos los grupos de base que tratan temas verdes, son extremadamente escasos y carecen de los fondos suficientes en el lado mexicano. Están mejor organizados, respaldados y respetados en el lado de Texas. A pesar de las diferencias entre los países, todos comparten apatía en gran medida de la mayoría de los ciudadanos que consideran a estas organizaciones como interesadas en la naturaleza y no en el bienestar de las personas. Algunas se consideran generalmente como fundamentalistas o con motivaciones políticas. En general, a pesar de que esto está cambiando final y rápidamente, los grupos ambientales se consideran una subcultura de minorías preocupadas por el futuro cuando el presente ya es tan complicado. En muchos casos, intereses contrarios al desarrollo sostenible a largo plazo, incluidos políticos y funcionarios del gobierno mal informados, también han contribuido a socavar la credibilidad y la acción de grupos ambientales. Es obvio que en algunas instancias, una minoría, grupos ambientales mismos han actuado de manera irresponsable con información incorrecta con respecto a temas en el área.

Residuos tóxicos en la franja fronteriza: un "no" contundente.

Incluso el sentido común político debe indicar claramente que la disposición de residuos tóxicos (incluidos residuos nucleares) debe prohibirse en la franja fronteriza. Si ambos países han acordado y declarado que esta zona es de especial preocupación ambiental, es realmente un gran error, de ambas partes, proponer la disposición de residuos tóxicos dentro de la franja "ecológica". Si Sierra Blanca fue una iniciativa de los Estados Unidos, solo imaginen una iniciativa mexicana para ubicar dichas instalaciones a menos de 100

millas del límite con Estados Unidos. ¿Será condescendiente el público de los Estados Unidos? Lo dudo.

La disposición de residuos sólidos es diferente y puede tratarse de otra manera. Actualmente existe una necesidad muy contundente de mejorar las instalaciones, especialmente en México. Se debe prohibir que áreas que no ofrecen servicios razonables establezcan otras plantas.

Áreas naturales protegidas: más que una diferencia en estrategia y contexto.
Más del 95% de la tierra de México está en manos privadas, el noreste es en gran parte similar a Texas. La diferencia en México es que aproximadamente la mitad de las tierras en poder del sector privado (cerca de una tercera parte del norte árido) comprende "ejidos" o propiedad social que hasta 1992 era propiedad del gobierno. La tierra de ejidos ahora puede venderse pero no es tan fácil como pudiera pensarse. Muchos ejidos están "arrendados" en la actualidad por compradores futuros con la idea de que finalmente se conviertan en estrictamente privados.

Al igual que en Texas, y la mayor parte del mundo, la propiedad privada tiene un sentido muy fuerte de independencia. En muchas maneras y en ambos lados de la frontera, límites de propiedad también significan un cambio en el orden. El orden de cada propietario individual de la tierra. Se trata de un hecho para la conservación y la ordenación de los recursos naturales y un hecho con el que necesitamos trabajar. Solo en la medida en que podamos encontrar terreno común con los propietarios privados de la tierra tendremos una repercusión significativa en la conservación más allá de la tierra pobre que puede "protegerse" en el sentido tradicional.

México está avanzando en el establecimiento de incentivos para la conservación en tierras privadas, en gran medida como se ha hecho en los Estados Unidos desde hace mucho tiempo. El concepto de "fideicomiso de tierras" y el movimiento en los Estados Unidos está comenzando a tener repercusión en México. Organizaciones como Pronatura exploran actualmente posibilidades. Muchos propietarios de tierras en México, especialmente aquellos con otras fuentes de ingresos, consideran la conservación de sus propiedades como una manera de dejar una "huella" con o sin incentivos. Existe la posibilidad de utilizar creativamente el potencial, especialmente en el norte, de tener superficies de tierra

importantes (millones de hectáreas) dedicadas completamente o en parte a la conservación. El Gobierno de México está promoviendo el establecimiento de UMA (Unidades para el uso y la conservación de la vida silvestre) como un mecanismo alternativo para la protección. Algunas han sido exitosas pero todavía muchas personas abusan mediante el uso del concepto para legitimizar esquemas insostenibles de uso de la flora y fauna silvestres. Aun resta mucho por hacer para que esta herramienta interesante (UMA) de valor para la conservación convierta a todas las UMA como las pocas buenas.

Tal vez las áreas de conservación natural y temas ecológicos relacionados sean las más perjudicadas por la disparidad en la asignación de recursos para el medio ambiente entre los Estados Unidos y México. Solo en la zona fronteriza se observa una disparidad de 100:1 y, en el mejor de los casos, aproximadamente 1:30 para la inversión Estados Unidos:México en la conservación y el manejo de la vida silvestre y los ecosistemas. Esto constituye una diferencia inaceptable, incluso si se tienen en cuenta las variaciones en estrategia y en nuestras economías respectivas. Además, los Estados Unidos no están dispuestos a utilizar recursos fiscales importantes del país para "invertir" en la conservación en el lado de México, a pesar de la lógica clara y de la relación costo-beneficio alta para hacer tal cosa. Es necesario lograr compromisos conjuntos para aumentar las asignaciones de México y permitir el uso de fondos de los Estados Unidos en el lado Mexicano para el establecimiento, la gestión, la ampliación, la promoción y la restauración de áreas naturales y la función del ecosistema.

Trabajo binacional en progreso: el caso de Laguna Madre[2]

La región geográfica del proyecto comprende los condados de Cameron y Willacy en Texas y las zonas municipales de Matamoros y Valle Hermoso y villas costeras relacionadas en Tamaulipas. Nuestros tres objetivos principales para la primera fase de este proyecto han sido: 1) determinar el estado económico y ambiental actual de la región mediante el desarrollo y la medición de un conjunto de "indicadores" de la comunidad; 2) promover el respaldo entre los líderes de la comunidad para el proceso de toma de decisiones responsable que promueva el desarrollo basado en la conservación de los recursos naturales locales, y 3) producir una evaluación del estado de la región que publicará los resultados de

la investigación de indicadores, destacar el hábitat único de Laguna Madre y promover estrategias para la región que aumenten el valor económico y la conservación de Laguna Madre.

Uno de los aspectos positivos del proyecto, y también una de las tareas más delicadas y exigentes, ha sido trabajar con un comité asesor binacional que se ha reunido varias veces en el transcurso de los últimos 10 meses (antes de julio de 1999). Estas reuniones han servido para establecer algunos temas de preocupación común, permitir a los miembros que se conozcan entre ellos, y tratar los objetivos y la investigación inicial realizada para el proyecto. Varios componentes del proyecto se encuentran ahora en marcha o ya se han finalizado, a saber: 1) Encuesta sobre actitudes con respecto a la conservación y el desarrollo de 400 votantes registrados a nivel local; 2) Cuatro Foros de Líderes de Brownsville; 3) "Diagnóstico" de la comunidad para la villa pesquera de Mezquital; 4) Presentación bilingüe en power point "Rasgos sobresalientes de Laguna Madre". Éstos se tratan en mayor detalle a continuación.

La encuesta sobre actitudes de la comunidad (sírvase también ver el informe de la encuesta adjunto) reveló que una cantidad sorprendente de personas reconocen el valor económico de los recursos naturales y creen que deben protegerse. En realidad, de 80% a 90% de los entrevistados respondió positivamente a la declaración "los recursos naturales como Laguna Madre son importantes para nuestra economía". De manera interesante, los participantes en la encuesta opinaron que el vertido de basura era el problema ambiental de mayor envergadura en la región y la apatía se consideró la causa principal de los problemas ecológicos. Las respuestas indicaron que las personas deseaban comunidades más limpias, más árboles, y la protección de los recursos hídricos, pero opinaron también que el gobierno local podría hacer más para atraer a diferentes empresas a la región. El 29 y 30 de abril, TCPS realizó Foros de Líderes en grupos pequeños que incluyeron a 35 líderes comunitarios de los Condados de Cameron, Willacy e Hidalgo en diálogo sobre el equilibrio ambiental y económico en la zona. Los líderes participantes incluyeron a planificadores urbanos, representantes del consejo de desarrollo económico, empresarios del sector privado, directores del distrito de navegación, promotores inmobiliarios, personas

[2] De un informe sobre los avances realizados dirigido a la Fundación Ford por K. Chapman, M.A. Cruz, E. Enkerlin-Hoeflich y M. Kelly.

encargadas del riego, biólogos de la flora y fauna silvestres, funcionarios del sector turismo, organizadores de base, personal educativo, agentes de extensión, pescadores de langostas y activistas. La mayoría de los participantes opinó que el crecimiento de la comunidad es deseable desde el punto de vista económico, pero expresó preocupación dado que quizá el crecimiento estaba ocurriendo "demasiado rápidamente", que las ciudades no podían mantener el ritmo y que a menudo no se prestaba atención a la naturaleza en el apuro por incorporar a la industria. El intercambio probó que existe una necesidad profunda de educar a los líderes locales acerca de la manera en que se puede administrar mejor el desarrollo a fin de mejorar la conservación y de lograr el respaldo para promover esas alternativas. TCPS contrató a un profesor local de Brownsville, de la Universidad de Texas, para escribir un informe que distribuiremos a los líderes de la comunidad y a ciudadanos interesados en toda la región.

Por otra parte, los funcionarios de Pronatura y Terra Nostra, una organización sin fines de lucro con sede en Ciudad Victoria, realizaron un "diagnostico" de la comunidad (análisis de diagnóstico) en el poblado costero de Mezquital, un poblado de pescadores extremadamente pobre al sur de Matamoros. La villa tiene problemas de pobreza extrema y de eliminación de residuos sólidos, agravados por una población en crecimiento que afecta cada vez más la pesca en Laguna Madre, las colonias de anidación de aves y las islas. El organismo estatal de Tamaulipas a cargo de la pesca (SEMARNAP) ya ha demostrado interés en colaborar con nosotros y ha concurrido a una reunión reciente de nuestro comité asesor del proyecto para discutir los pasos a fin de aliviar las presiones sobre los recursos y mejorar las condiciones de vida para los habitantes de los poblados. Pronatura y Terra Nostra celebraron un foro comunitario muy exitoso el 26 de junio en Mezquital, el cual incluyó a una representación grande de la comunidad, funcionarios de SEMARNAP y miembros de nuestro comité asesor binacional.

TCPS y Pronatura están trabajando actualmente en una presentación bilingüe en power point bilingüe que incluirá los resultados de los intercambios con la comunidad y compartirá los análisis de los indicadores iniciales con grupos en ambas márgenes de la frontera. La presentación hará hincapié en cuatro áreas en las que hemos comenzado nuestra investigación inicial: agricultura, biodiversidad, pesca y turismo. La presentación se compartirá con el Comité Asesor para obtener comentarios antes de ponerla a conocimiento

del público. La idea es vincular visualmente la relación entre el medio ambiente, la economía y la comunidad con el uso de mediciones que las personas comprendan, de manera que la conservación finalmente se convierta en un factor clave en el proceso de toma de decisiones. Estamos recabando información importante para la investigación sobre los indicadores, y dedicaremos la mayor parte de nuestro tiempo en los próximos meses a la evaluación y a la interpretación de esta información. La investigación sobre los indicadores es el eje central de la evaluación final y será clave a fin de galvanizar el respaldo de las comunidades en la Laguna Madre baja. Pronatura ha contratado a un pasante para asistir en la recolección de datos en México.

En colaboración con el Centro para Estudios Estratégicos del Tecnológico de Monterrey, una tercera parte neutral muy respetada y con gran visión, realizará un proceso de proyección para el componente mexicano del proyecto. Este proceso "Visión 2025: Matamoros, Valle Hermoso y Laguna Madre" permitirá a la comunidad participar más en el proceso de toma de decisiones y determinar un curso que pueda proyectarse a los inversionistas interesados en la región.

La Región Big Bend, Maderas del Carmen, Santa Elena

La región fronteriza que comprende el Parque Nacional Big Bend, el Rancho Big Bend, tierras privadas adyacentes en los Estados Unidos y las Zonas Protegidas del Cañón de Santa Elena y Maderas del Carmen y tierras privadas adyacentes en México tienen una larga historia iniciativas de colaboración amplia, a pesar de que estas intenciones hasta la fecha han reiterado la buena voluntad pero producido escasos resultados en el terreno. Ha llegado el momento de formular la cooperación en el manejo transfronterizo de estas áreas. Si bien ha sido un paso importante la creación de las áreas protegidas en la margen mexicana y financiamiento limitado para las mismas, estas áreas continúan demandando recursos adicionales que podrían ser provistos parcialmente por fuentes de los Estados Unidos mediante asignaciones que administrarán instituciones gubernamentales o recaudación de fondos por parte de intereses privados y las ONG para el mismo propósito. El establecimiento de un equipo binacional de manejo para la zona aumentaría las posibilidades de ambos países de atraer financiamiento extra y aplicarlo para resolver los temas más urgentes con una perspectiva binacional. La colaboración en esta área resultaría

en una relación binacional fortalecida que podría abordar más fácilmente las otras inquietudes apremiantes en la zona fronteriza como es el caso del agua, la contaminación del aire transfronterizo y los cruces ilegales. Es de suma importancia contar con la participación de otras entidades además de DOI y SEMARNAP de manera que este esfuerzo realmente cultive la relación binacional y no termine siendo solo otro proyecto de y para zonas protegidas, perdiendo la oportunidad de avanzar en nuestras relaciones complejas en torno a zonas fronterizas.

Recomendaciones

1. Planificar de manera amplia, dinámica y holística en oposición a un enfoque a corto plazo, definido por el carácter urbano, impulsado por la crisis y como último recurso.
2. Asignación equilibrada obligatoria de recursos entre problemas a corto, mediano y largo plazo, temas verdes-marrones y prevención-mitigación-remediación.
3. Infraestructura de política adecuada para respaldar un cambio hacia la sustentabilidad.
4. Establecer un mecanismo financiero para derivar recursos para la protección ambiental, especialmente el mantenimiento de servicios ecológicos como el agua y el aire limpio, en la misma proporción que aumenta la actividad económica.
5. Incrementar la educación y la conciencia sobre el medio ambiente a todos los niveles y convertirlo en relevante para nuestra región de interés.
6. Intentar aumentar la migración de fábricas, plantas hermanas, etc. más hacia México. Establecer un proceso de certificación para las municipalidades en relación con una cuota, es decir, permitir solo que las municipalidades que cumplen, reciban inversiones en infraestructura y fábricas nuevas pero establecer un límite sobre la base de la disponibilidad actual de infraestructura y recursos naturales.
7. Consolidar y respaldar sistemas estatales/federales de reservas que garanticen la viabilidad de la biodiversidad en la región.
8. Realizar planificación ecológica amplia en la región u "ordenamiento ecológico" que sea democrático y equilibrado, estableciendo una ordenación territorial a largo plazo para la región, incluidas zonas de restauración.

9. Llegar a compromisos por parte de las autoridades de los Estados Unidos y México a fin de aumentar la asignación de recursos para la protección y la conservación de la vida silvestre y los ecosistemas.

10. Negociar y mantener un nivel mínimo de agua que cruce el Río Bravo como un primer signo de acuerdos de colaboración para el desarrollo sustentable en la región.