



PACIFIC
INSTITUTE

Research for People and the Planet

Entendiendo los Flujos de Agua en el Delta del Río Colorado

Recomendaciones Para la Instalación de
Estaciones Hidrométricas y
Mejorar la Recolección y
Reporte de Datos Hidrológicos

5 de Diciembre, 2005

RESUMEN EJECUTIVO

El Lindero Internacional Sur (LIS), donde el Río Colorado separa a Baja California, México, de Arizona, EUA es el sitio donde se encuentra la última estación hidrométrica sobre el río. El río discurre otros 120 km aproximadamente desde el LIS hasta su desembocadura en el Golfo de California. No obstante, por más de veinte años no se ha recolectado información sobre los flujos del río en su curso aguas abajo del LIS. Varios factores justifican la necesidad de instalar nuevos instrumentos de medición de flujos y mejorar la recolección y reporte de datos hidrológicos en el resto del delta del Río Colorado:

- los esfuerzos para verificar la entrega de flujos rentados o dedicados de alguna forma para usos asignados requieren de un mecanismo veraz para registrar esas entregas;
- los esfuerzos para restaurar los humedales emergentes y el hábitat ribereño en el resto del delta del Río Colorado requieren que se disponga de datos de agua superficial y subterránea;
- para comprender la interacción entre las aguas superficiales y subterráneas se requiere disponer de datos reales de los flujos de agua superficiales;
- las inversiones para mejorar la eficiencia de la irrigación de terrenos de cultivo se verían beneficiadas con información recabada en el propio sitio en lo relativo al volumen de los flujos de retorno de irrigación; y
- para comprender los efluentes que van al Golfo de California y la respuesta de las especies marinas, se requiere disponer de datos relativos a los flujos de agua superficial.

Los dos objetivos inmediatos de este documento son: (1) la instalación de nuevos hidrómetros en el delta del Río Colorado y (2) mejorar la recolección y reporte de información sobre el volumen diario de agua bombeada para operaciones en el Valle de Mexicali, en sitios donde se genere información valiosa para personas que practican la restauración de tierras, hidrólogos e instituciones binacionales.

El Instituto recomienda instalar estaciones hidrométricas en los siguientes sitios:

1. **En o cerca del sitio de la antigua estación de medición M.C. Rodríguez**
2. **En el desagüe del Km. 38**
3. **En el Dren Riíto**
4. **En la intersección del Canal de Laguna Salada con la Carretera a San Felipe.**

El Instituto también recomienda que los organismos responsables recolecten y publiquen, o de alguna otra forma pongan a disposición del público, los datos hidrológicos de las siguientes fuentes:

1. **El Desagüe del Km 27**
2. **La estación de bombeo del Río Hardy**
3. **El Dren Principal del Sur, en el dique de la estación de bombeo**
4. **El Dren Carranza, en el dique de la estación de bombeo.**

Contenido

Introducción	1
Condiciones Actuales.....	1
Propósito Y Necesidad.....	2
Objetivos	2
Antecedentes	2
Sitios De Los Hidrómetros.....	4
Recomendaciones Para Localizar Los Hidrómetros.....	4
Recomendaciones Para Recolección Y Reporte Adicional De Datos.....	6
Recolección Remota De Datos	8
Obtención E Instalación De Los Hidrómetros.....	8
Conclusión	9

INTRODUCCIÓN

El Lindero Internacional Sur (LIS), donde el Río Colorado separa a Baja California, México, de Arizona, EUA es el sitio donde se encuentra la última estación hidrométrica sobre el río. El río recorre otros 120 km aproximadamente desde el LIS hasta su desembocadura en el Golfo de California. No obstante, por más de veinte años no se ha recolectado información sobre los flujos del río en su curso aguas abajo del LIS. La ausencia de datos entorpece los esfuerzos para correlacionar la elevación del agua con los flujos en el río, información que es crítica para las actividades de conservación y restauración de hábitat en el delta del Río Colorado. La falta de continuidad y estandarización de los datos de las descargas de drenajes agrícolas en la parte baja del delta tampoco permiten comprender la interacción entre las aguas superficiales y subterráneas en la parte baja del Valle de Mexicali. Esta información será cada vez más importante, ya que la probabilidad de que se presenten inundaciones y recargas periódicas, como ocurrió a finales del siglo 20, es cada vez más remota. La información sobre el flujo actual del río en el resto de su curso permitiría: comprender mejor la hidrología del río de manera integral, incluyendo la interacción entre el agua superficial y subterránea; ayudar en los esfuerzos para restaurar humedales ribereños y de marisma, y ayudar a comprender mejor la eficiencia de la irrigación y los flujos de retorno en los valles de Mexicali y San Luis.

CONDICIONES ACTUALES

La medida del flujo del río abajo del LIS va desde cero¹ hasta un volumen no menor que el encontrado en el LIS,² aunque un balance del agua realizado recientemente sugiere que las pérdidas por evapotranspiración e infiltración superan ligeramente la ganancia obtenida por los retornos de los drenajes agrícolas abajo del LIS.³ Los flujos registrados en el LIS varían drásticamente estacional y anualmente, acentuando aún más la importancia de monitorear y registrar los flujos río abajo. En el LIS no se han registrado flujos cuantificables durante largos periodos en muchos años; en 1996 no se registraron flujos durante todo el año. El flujo máximo diario en el LIS alcanzó 934 m³/segundo en 1983, que ha sido el valor más alto registrado en este sitio. Si bien el caudal anual promedio registrado en el LIS entre 1975 y 2004 fue de 2,378 millones de metros cúbicos (Mm³), el flujo promedio durante los 18 años sin excedentes⁴ durante este mismo periodo fue de únicamente 106.7 Mm³.

En años en que no hay excedentes, los retornos de irrigación muy probablemente constituyen la mayor parte del flujo del río abajo del LIS. Los tributarios del Río Colorado abajo de este punto son el Río Hardy y varios drenajes agrícolas (todos los cuales entregan flujos de retorno de irrigación de los campos de cultivo en el Valle de Mexicali), dos desagües que retornan aguas desviadas en la Presa Morelos y el efluente de la Ciudad de San Luis Río Colorado. En los próximos años, una nueva instalación para el tratamiento de aguas residuales de la Ciudad de Mexicali comenzará a descargar su efluente tratado en el drenaje del Río Hardy, lo que aumentará el caudal en unos 25 Mm³ por año.

El río sufre pérdidas por infiltración abajo de la Presa Morelos, sobre todo en su parte superior, aunque el volumen de la infiltración no se ha determinado. Otras pérdidas incluyen la evapotranspiración, especialmente causada por la vegetación emergente y, durante las crecidas altas, a la descarga en la Laguna Salada mediante un canal mantenido por la Comisión Nacional del Agua (CNA).

PROPÓSITO Y NECESIDAD

Varios factores justifican la necesidad de instalar nuevos instrumentos de medición de flujos y mejorar la recolección y reporte de datos hidrológicos en el delta del Río Colorado:

- los esfuerzos para verificar la entrega de flujos rentados o dedicados de alguna otra forma para usos asignados al medio ambiente requieren de un mecanismo veraz para registrar esas entregas;
- los esfuerzos para restaurar los humedales emergentes y el hábitat ribereño en el delta del Río Colorado⁵ requieren que se disponga de datos de los recursos superficiales y subterráneos;
- para comprender la interacción entre el agua superficial y subterránea se requiere disponer de datos reales sobre los flujos de agua superficial;
- las inversiones para mejorar la eficiencia en la irrigación de terrenos de cultivo se verían beneficiadas con información tomada en el propio sitio en cuanto al volumen de los flujos de retorno de irrigación; y
- para comprender los efluentes que van al Golfo de California y la respuesta de las especies marinas se requiere disponer de los datos de los flujos de agua superficial.

OBJETIVOS

Los dos objetivos inmediatos de este documento son: (1) la instalación de nuevos hidrómetros en el delta del Río Colorado y (2) mejorar la recolección y reporte de información sobre el volumen diario de agua bombeada en el Valle de Mexicali, en sitios donde se genere información valiosa para personas interesadas en prácticas de restauración, hidrólogos e instituciones binacionales. Esta información ayudará a comprender en gran medida la cantidad de agua que fluye por la región del delta, así como la interacción entre el agua subterránea y superficial de la región.

ANTECEDENTES

El Colorado es un río sumamente degradado. Quizás el área más afectada por el desarrollo del río es el ecosistema del delta-estuario. Históricamente, el delta del Río Colorado y la parte superior del Golfo de California mantuvieron enormes niveles de productividad y diversidad biológica. Todavía en 1922, aún después de que una gran parte del delta ya había sido desarrollada para dedicarla a la agricultura y los irrigadores habían comenzado a desviar el agua del río, Aldo Leopold describió la región como “un área silvestre de leche y miel.”⁶

La demanda humana ha reducido dramáticamente la cantidad de agua que llega al delta. Salvo por los pocos años de inundación, virtualmente todo el caudal del Colorado ahora es captado y usado antes de que llegue a la desembocadura. Sin embargo, aún sin estos flujos históricos, las eco-regiones remanentes del delta y en la parte superior del Golfo todavía constituyen uno de los humedales más grandes e importantes de América del Norte, así como uno de los ecosistemas marinos con más diversidad y más productivos del mundo. A finales de los años noventa, las descargas del agua represada río arriba favorecieron la reaparición del hábitat ribereño de gran valor ecológico,⁷ y además tuvieron una gran correlación con un aumento en la pesca de camarón en la parte superior del Golfo, lo cual es un indicio de la viabilidad de renovar el estuario.⁸ El desafío consiste en garantizar que los diferentes tipos de

hábitat del delta reciban un flujo suficiente de agua con la frecuencia, magnitud y calidad necesarias para garantizar su supervivencia a largo plazo.

Este desafío es aún más grande ante la actual sequía en la cuenca del Río Colorado. En septiembre del 2005, el Buró de Reclamación de EU publicó un anuncio solicitando comentarios y sostuvo reuniones públicas relacionadas con la elaboración de pautas orientadas hacia la escasez en la Cuenca Baja del Río Colorado.⁹ Estas pautas para la escasez posiblemente definan las condiciones bajo las cuales se reducirá la entrega de agua del Río Colorado a México de acuerdo con el Tratado de Aguas Internacionales de 1944. Esto representa una nueva amenaza a la disponibilidad de agua para México, y podría reducir aún más la disponibilidad de agua para propósitos ecológicos. En la actualidad, México bombea agua del subsuelo para complementar la asignación insuficiente de agua del Río Colorado y una mayor disminución en las aguas superficiales impondrá más presión en los limitados recursos de agua subterránea. Todavía no está clara la forma en que México hará frente a las necesidades humanas y ecológicas en el delta cuando se disminuya la disponibilidad de agua superficial.

Para lograr la restauración y el manejo sostenible del delta y de los ecosistemas estuarinos que dependen del flujo del Río Colorado se requiere un mejor conocimiento de las condiciones actuales. La información relativa a los flujos de agua en esta región es muy limitada y los registros que existen no son particularmente exactos. La última estación hidrométrica activa en el cauce principal del Río Colorado está en el LIS, aproximadamente 120 kilómetros río arriba de la desembocadura. El U.S. Geological Survey (USGS) califica la exactitud de este hidrómetro como “mala”, con un error de >15%.¹⁰ La cantidad real que llega a la desembocadura no se conoce y a menudo se estima que es igual a la que se registra en el LIS, aunque probablemente esto es incorrecto.¹¹

Históricamente han existido dos hidrómetros aguas abajo del LIS: en El Marítimo y en M.C. Rodríguez. El Marítimo, que es la última estación hidrométrica sobre el Río Colorado, estaba localizada en la margen derecha, 76.6 Km río abajo del LIS y 30 Km abajo del puente de ferrocarril, a 6.0 Km al este del poste que señala el Km 70 en la carretera de San Felipe, y 3.2 Km río abajo de la confluencia del Río Colorado con el Río Hardy. La estación consistía en un medidor de altura del río y de un funicular. Los registros se basaban en mediciones de corriente doble y sencilla y en un registro gráfico continuo de alturas. De esta estación sólo se tienen disponibles datos de descarga entre Enero de 1960 a Julio de 1968, cuando se determinó que la influencia de las mareas, junto con una barra de arena formada de forma natural en la desembocadura del río, distorsionaban los datos. Los registros de la estación posteriores a 1968 se limitan a la medida promedio de la altura del agua, lo cual refleja la influencia de las mareas y de la descarga al cauce principal de los flujos de retorno agrícola.¹²

La estación hidrométrica M.C. Rodríguez, localizada anteriormente en la margen izquierda del Río Colorado, a unos 39.4 Km río abajo del LIS y a 7.2 Km río arriba del puente de ferrocarril, se desmanteló el 31 de Agosto de 1983 debido al alto nivel de las aguas y a la erosión de las márgenes. La estación consistía en un medidor de altura del río y de un funicular. Los registros se basaban en mediciones de corriente doble y sencilla y en un registro gráfico continuo de alturas. El caudal normal se medía cruzando una sección a 600 metros río abajo del medidor. La curva de relación de elevación - flujo se infería para flujos más altos con base en las mediciones de descarga realizadas en el sitio del medidor.¹³

En la actualidad no existen dispositivos de medición de flujo río abajo del LIS. Bajo condiciones sin excedentes, unos 50 Mm³ ingresan al cauce principal entre el LIS y el puente del ferrocarril, estimándose que ingresan unos 90 Mm³ abajo del puente y por vía del Río Hardy. En años con excedente, estos volúmenes aumentan a 235 Mm³ y 100 Mm³ estimados, respectivamente. Sin embargo, no existen registros exactos diarios.

SITIOS DE LOS HIDRÓMETROS

Las estaciones hidrométricas registran la elevación y el flujo de una corriente en un sitio particular, donde se conocen las dimensiones del canal. La selección del sitio para la estación es muy importante: un sitio mal escogido puede dañar la calidad de los datos. Diversos factores imponen un desafío para seleccionar un sitio en el área de un delta, como el del Río Colorado:

- la naturaleza inestable de los canales de descarga del delta;
- posibilidad de que las mareas distorsionen las mediciones;
- tendencia a que el flujo sea irregular;
- posibilidad de vandalismo en áreas remotas; y
- dificultad para definir una relación entre la altura y la descarga.¹⁴

RECOMENDACIONES PARA LOCALIZAR LOS HIDRÓMETROS

El Pacific Institute recomienda instalar estaciones de medición en los siguientes sitios (ver Figura 1 abajo):

1. **En o cerca del sitio de la antigua estación de medición M.C. Rodríguez**, en la margen izquierda del Río Colorado, a unos 39.4 Km río abajo del LIS y a 7.2 Km río arriba del puente de ferrocarril. Instalando el hidrómetro en M.C. Rodríguez se obtendrían los siguientes beneficios:
 - medición del flujo diario cerca de los sitios seleccionados para restauración;
 - posibilidad de comparar los datos actuales con los históricos (existen registros de datos anteriores para el periodo de Junio de 1951 al 31 de Julio de 1983);
 - ampliación de la red de mediciones de flujo del Río Colorado, con lo cual se llegaría a conocer mejor la hidrología de toda la cuenca del río; y
 - en conjunto con la instalación de piezómetros y con el desarrollo de un modelo de agua subterránea, permitiría conocer mejor la interacción del agua superficial y subterránea, abajo del LIS.

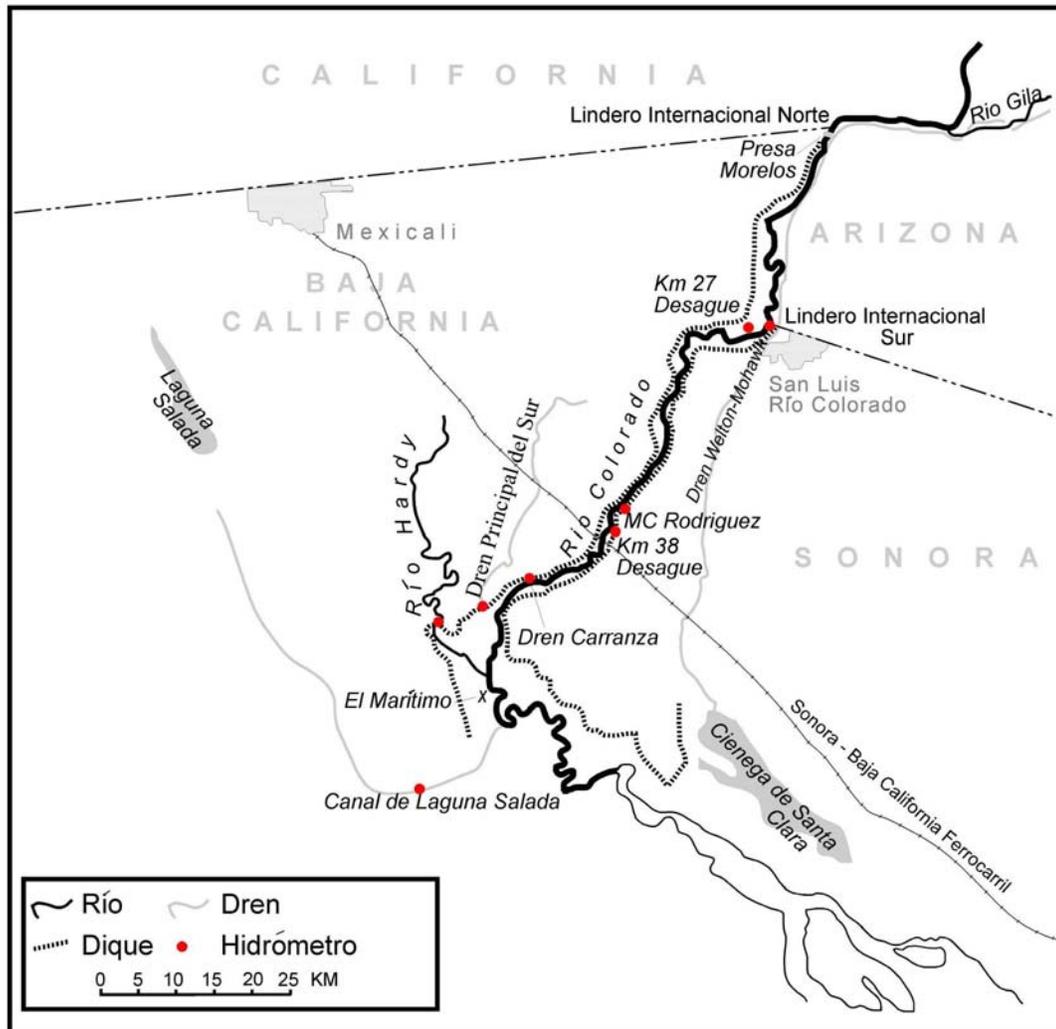


Figura 1. Posibles sitios de localización de hidrómetros en el delta del Río Colorado.

2. **En el desagüe del Km. 38**, localizado en la Colonia Bojorquez, en la margen izquierda del río, 1.3 Km arriba del puente de ferrocarril y 5.9 Km abajo del antiguo sitio del hidrómetro Rodríguez. Este desagüe puede usarse para llevar agua a sitios de restauración que se encuentran río abajo y la medición correcta del agua es importante para verificar la entrega y correlacionar el flujo con la respuesta ecológica (como corresponde). En la actualidad se llevan registros mensuales del volumen que fluye por el desagüe con base en la apertura de las compuertas, en lugar de llevar una medida continua automatizada. El desagüe tiene acceso directo por un camino y descarga en un canal de tierra bien mantenido



de 200 metros de longitud, con una capacidad total de 13.0 m³/seg., lo cual permite elaborar en cualquier momento curvas de elevación/descarga.

- 3. En o cerca de la salida del Dren Riíto.** Se reporta que el Dren Riíto descarga un metro cúbico por segundo de retorno agrícola del Valle San Luis en la Ciénega de Santa Clara, cerca de la desembocadura del Dren Wellton-Mohawk.¹⁵ Un registro continuo del flujo diario real del Dren Riíto ayudaría en los esfuerzos para monitorear la respuesta de la Ciénega a la variación en las descargas, complementándose así los registros diarios que se realizan en el Dren Wellton-Mohawk en el LIS. El acceso a los sitios adecuados a lo largo del dren es limitado, aunque el dren mismo podría utilizarse directamente para elaborar las curvas de elevación – caudal. Algunos residentes del cercano Ejido Johnson mantienen una pequeña actividad de ecoturismo en la Ciénega, y potencialmente una o varias personas de allí podrían emplearse para cuidar la estación hidrométrica.
- 4. En el Canal de la Laguna Salada, junto a la Carretera a San Felipe.** Cuando hay flujos altos, este canal envía agua del cauce principal hacia la cuenca de la Laguna Salada, aproximadamente 16 Km río abajo del antiguo sitio del hidrómetro de El Marítimo. Este canal pasa debajo de un puente de la carretera a San Felipe, que es un sitio razonable para instalar una estación hidrométrica. Los registros de este sitio tendrán que ajustarse para tomar en cuenta la influencia de la marea. La información sobre el volumen de agua desviado hacia la Laguna Salada ayudaría a conocer mejor el volumen total de agua que fluye hacia la desembocadura del río, permitiendo comprender mejor la respuesta biológica de la parte alta del Golfo de California a los aportes de agua dulce.

RECOMENDACIONES PARA RECOLECCIÓN Y REPORTE ADICIONAL DE DATOS

El Pacific Institute recomienda que las dependencias responsables recolecten y publiquen, o de alguna manera pongan a disposición del público, los datos hidrológicos de los siguientes lugares:

- 1. Desagüe del Km 27.** El desagüe descarga en el río poco antes del LIS; la estación hidrométrica instalada allí incluye un graficador del nivel del agua y un funicular, lo cual sugiere que los datos diarios de caudal son, o pueden ser, recolectados y publicados. El desagüe en el Km 27 constituye una contribución muy importante al cauce del río, especialmente en los periodos de flujos bajos:



con base en los registros mensuales, el desagüe aumentó el flujo del Río Colorado aguas abajo del LIS en poco más del 50% en los últimos 10 años; en años en que no hubo exceso, la contribución fue aproximadamente igual al flujo del río en el LIS. La falta de registros diarios de flujos en este sitio dificulta la tarea de determinar el

volumen real de agua que fluye en el delta, así como determinar si el desagüe genera un flujo base y generar información para establecer la relación entre elevación del agua y el flujo correspondiente. Estos registros podrían contribuir a mejorar el conocimiento del Río Colorado en el delta. El Pacific Institute recomienda que se publiquen esos registros, junto con los registros diarios de flujos que ya publica la Comisión Internacional de Límites y Aguas, Sección Estadounidense (IBWC, por sus siglas en inglés) en el boletín anual *Western Water Bulletin* y en el sitio en Internet¹⁶ de esa Comisión.

2. Estación de bombeo en el Río Hardy.

La estación de bombeo está localizada en la margen izquierda del Río Hardy, donde es retenido por el bordo de defensa de Campo Mosqueda. En este punto, el Río Hardy drena una gran parte del Valle de Mexicali y cruza el bordo que define la extensión de la planicie de inundación oeste del Río Colorado. Puede usarse la información sobre el consumo eléctrico diario de las bombas para determinar la descarga del Río Hardy sobre el bordo. Estos datos pueden



complementarse con mediciones periódicas del volumen de agua que pasa a través del bordo por una compuerta cercana, inmediatamente adyacente al Campo Mosqueda. Reportes ocasionales indican que esta compuerta deja pasar 0.2 m³/seg. de manera constante. El Río Hardy provee una proporción sustancial – aunque no documentada actualmente – del flujo del Río Colorado en las cercanías de su desembocadura, y estos registros ayudarán a conocer mejor el volumen de este flujo. Estos datos también sería de valor para propietarios y personas que practican la restauración de humedales, río abajo del cruce del bordo.

- 3. El Dren Principal del Sur,** en el cruce con el bordo del lado derecho del río, aproximadamente a 10 Km al noreste de Campo Mosqueda, a lo largo del bordo. Se estima que este dren anualmente transporta 30 Mm³, aunque no se tiene claro cuánta de esta agua llega al cauce principal. Puede usarse el conjunto de bombas que existe en el bordo para extraer agua del dren y pasarla al otro lado, aunque no se ha obtenido información en cuanto a la frecuencia de operación de estas bombas. También existe una pequeña compuerta en el bordo. El Pacific Institute recomienda que los datos sobre el volumen bombeado se registren y sean publicados y que se monitoree la descarga a través de la compuerta. Deben hacerse estudios adicionales río abajo de este punto de descarga para determinar el destino de esta agua. En años de poco flujo, este dren potencialmente podría contribuir con una parte importante del caudal en el trayecto entre el puente de ferrocarril y la confluencia con el Río Hardy. También, las áreas comprendidas río abajo del cruce del bordo han sido identificadas como posibles sitios de restauración, y por lo tanto, la información relativa al momento y magnitud

de las descargas del dren en el área serían muy importantes para hacer planes adecuados en este sentido.

- 4. El Dren Carranza** cruza el bordo del lado derecho del río, aproximadamente a medio camino entre el puente de ferrocarril y la desembocadura del Río Hardy. Aún cuando el flujo anual total se ha estimado en unos 6 Mm³, el dren descarga en un sitio que se ha identificado como de posible restauración y los registros diarios del dren Carranza ayudaría en el esfuerzo que se hace para determinar la viabilidad del sitio. Igual que en el dren Principal del Sur, el agua del Dren Carranza es bombeada sobre el bordo. El Pacific Institute recomienda que los datos de bombeo en este sitio se registren y se distribuyan.

RECOLECCIÓN REMOTA DE DATOS

La proliferación de sistemas de percepción remota y de imágenes por satélite ha creado nuevos métodos para estimar la elevación y el flujo. En las últimas dos décadas se han realizado varios estudios utilizando imágenes por satélite, microondas y/o radar de apertura simple con diferentes plataformas de satélite. Si bien la percepción remota todavía no constituye una fuente factible de información por las limitaciones que hay en cuanto a resolución, frecuencia de recolección de información y disponibilidad y costo de los datos por satélite, la revisión periódica de estos datos puede ayudar a identificar posibles fuentes de error en las mediciones utilizando hidrómetros tradicionales (como los cambios en la extensión de los remansos de agua adyacentes a los hidrómetros, y la formación de nuevos canales de flujo) y complementar esas medidas.¹⁷

Los investigadores de la Universidad de Arizona frecuentemente utilizan datos obtenidos por percepción remota para evaluar las condiciones del delta. Potencialmente, esa información puede ser correlacionada con la elevación de la corriente principal y con mediciones de flujo realizadas en los sitios de restauración y con los registros futuros en las estaciones mencionadas anteriormente, para interpolar información general del cauce principal en otras secciones del río. La revisión periódica de datos obtenidos por percepción remota también puede dar una idea adicional del nivel y de la extensión de las descargas, así como identificar cambios de extensión de los remansos que pudieran afectar las mediciones realizadas con los hidrómetros.

OBTENCIÓN E INSTALACIÓN DE LOS HIDRÓMETROS

Existen varias formas de obtener e instalar los hidrómetros en los sitios identificados anteriormente. Entre ellas, los acuerdos recientes de cooperación entre dependencias de los EUA y México podrían ofrecer los medios más fáciles de transferir equipo y recursos a la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas (CONANP) de México y/o a la CNA. Esas gestiones facilitarían la obtención de datos veraces para el delta, y promocionaría las buenas relaciones bilaterales.

La Declaración Conjunta entre el Departamento del Interior [de EUA] y la Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (ahora SEMARNAT) [de México] para mejorar la cooperación en el Delta del Río Colorado, firmada el 18 de Mayo del 2000, menciona la intención de los departamentos de “Apoyar al Grupo de Trabajo del Delta del Río Colorado de la Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA), en sus esfuerzos por identificar las condiciones físicas e hidrológicas del Delta.” El USGS, que forma parte del Departamento del Interior, es una autoridad reconocida en el desarrollo de redes de medición de flujo y en la

instalación de hidrómetros y podría prestarle ayuda a la CONANP y/o a la CNA en la elección de los sitios y en la instalación de los instrumentos bajo los auspicios de la Declaración Conjunta. El USGS podría también estar en capacidad de donar uno o más hidrómetros fuera de uso en los EUA para los esfuerzos de medición en el delta del Río Colorado.

El Acta 306 de la CILA,¹⁸ firmada el 12 de Diciembre del 2000, informa que la CILA, “mediante el grupo de trabajo técnico binacional, examinará los efectos de las descargas sobre la actual ecología ribereña y estuarina del Río Colorado desde su sección limítrofe hasta el delta...” La CILA facilita la cooperación binacional y recauda y distribuye información hidrológica. Al ampliar la red de medición de flujos en el delta se estaría cumpliendo con el propósito enunciado en el Acta 306 y con las funciones actuales de la CILA. Ésta deberá trabajar de maneja proactiva con organizaciones similares en los Estados Unidos y en México, instalando hidrómetros en los sitios recomendados anteriormente y mejorando la recolección y distribución de datos. Este tipo de esfuerzo reforzaría la misión de la CILA, en particular en cuanto a los objetivos mencionados en el Acta 306.

El 21 de Marzo del 2001, la SEMARNAT, la California Environmental Protection Agency y la California Resources Agency firmaron una Declaración Conjunta, “con el fin de llevar a cabo actividades en conjunto para la conservación y el desarrollo sostenible de la Región del Mar de Cortés.” Las tres agencias declararon su intención de, entre otros objetivos, coordinar la “investigación de las condiciones físicas, hidrológicas y biológicas de la región.” La investigación de los influjos que llegan al Mar de Cortés coincide perfectamente dentro de los objetivos enunciados, permitiendo la existencia potencial de un mecanismo para que el Estado de California participe en los esfuerzos cooperativos para ampliar la red de mediciones en el delta. Además los gobernadores de Baja California y de California recientemente reiteraron su compromiso de cooperación binacional, sugiriendo que esta Declaración Conjunta continúa ofreciendo un mecanismo viable para canalizar los recursos del Estado de California que apoyan la instalación y mantenimiento de hidrómetros en el delta del Río Colorado. Además de promover el acercamiento, esa transferencia de recursos podría generar buena voluntad hacia California, si se estructura adecuadamente.

CONCLUSIÓN

La instalación de hidrómetros en los sitios mencionados anteriormente, junto con una mejor recolección y propagación de datos, mejorará de manera significativa el conocimiento de la hidrología de la parte baja del Río Colorado, lo cual reforzará los esfuerzos para restaurar los humedales emergentes y el hábitat ribereño en el delta. Varios mecanismos a nivel diplomático podrían facilitar la colocación de dichos dispositivos, facilitando su instalación. Los esfuerzos que se emprendan a nivel binacional ofrecen una manera rápida de demostrar los lazos de cooperación en la frontera y facilitará los esfuerzos que se hagan en el futuro para responder a las descargas variables a lo largo del Río Colorado.

¹ Fradkin, P.L. 1981. *A River No More: The Colorado River and the West*. Tucson: University of Arizona Press.

² Galindo-Bect, M.S., E.P. Glenn, H.M. Page, K. Fitzsimmons, L.A. Galindo-Bect, J.M. Hernandez-Ayon, R.L. Petty, J. García-Hernandez, y D. Moore. 2000. Penaeid shrimp landings in the upper Gulf of California in relation to Colorado River freshwater discharge. *Fishery Bulletin* 98: 222-225.

-
- ³ Cohen, MJ & C. Henges-Jeck. 2001. *Missing Water: The Uses and Flows of Water in the Colorado River Delta Region*. Oakland, CA: Pacific Institute.
- ⁴ En este documento, “años sin excedentes” se refiere a los años cuando E.U. entregó menos de 2,100 Mm³ del agua del Río Colorado a México.
- ⁵ Ver a Zamora-Arroyo, F., J. Pitt, S. Cornelius, E.P. Glenn, O. Hinojosa-Huerta, M. Moreno, J. García-Hernandez, P. Nagler, M. de la Garza, e I. Parra. 2005. *Conservation Priorities in the Colorado River Delta, Mexico and the United States*. Preparado por el Sonoran Institute, Environmental Defense, University of Arizona, Pronatura Noroeste Dirección de Conservación Sonora, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, y World Wildlife Fund-Gulf of California Program. 103 pp.
- ⁶ Leopold, Aldo. 1968. *A Sand County Almanac*. New York: Oxford University Press, p. 141.
- ⁷ Luecke, D.F., J. Pitt, C. Congdon, , E. Glenn, C. Valdés-Casillas, y M. Briggs. 1999. *A Delta Once More: Restoring Riparian and Wetland Habitat in the Colorado River Delta*. D.C.: Environmental Defense Publications.
- ⁸ Galindo-Bect, et al. 2000.
- ⁹ 70 Fed.Reg. 57322.
- ¹⁰ Hill, B.M. 1993. *Hydrogeology, Numerical Model and Scenario Simulations of the Yuma Area Groundwater Flow Model: Arizona, California, and Mexico*. Modeling Report No. 7. Phoenix: Arizona Dept. of Water Resources. October.
- ¹¹ Cohen, M.J., C. Henges-Jeck, y G. Castillo-Moreno. 2001. A preliminary water balance for the Colorado River delta, 1992-1998. *Journal of Arid Environments* 49: 35-48.
- ¹² Comisión Internacional de Límites y Aguas (CILA). 1983. *Boletín Hidrométrico, No. 24*, p. 41.
- ¹³ International Boundary and Water Commission (IBWC). 1983. *Western Water Bulletin: Flow of the Colorado and other Western Boundary Streams and Related Data*. Department of State, United States of America, p. 38.
- ¹⁴ Chen, Y.C. y C.L. Chiu. 2002. An efficient method of discharge measurement in tidal streams. *Journal of Hydrology* 265: 212-224.
- ¹⁵ Burnett, E., I. Kandl, y F. Croxen. 1993. Cienega de Santa Clara: Geologic and Hydrologic Comments. U.S. Bureau of Reclamation, Yuma Projects Office, Yuma, Arizona.
- ¹⁶ Ver a <http://www.ibwc.state.gov/wad/histflo2.htm>.
- ¹⁷ Ver a Koblinsky, C.J., R.T. Clarke, A.C. Brenner, y H. Frey. 1993. Measurement of river level variations with satellite altimetry. *Water Resources Research* 29: 1839-1848 y a Xu, K., J. Zhang, M. Watanabe, y C. Sun. 2004. Estimating river discharge from very high-resolution satellite data: a case study in the Yangtze River, China. *Hydrological Processes* 18: 1927-1939.
- ¹⁸ Ver a <http://www.ibwc.state.gov/files/minutes/min306.pdf>.