



Transferencia y conservación de la infraestructura hidroagrícola en el Alto Río Lerma, Guanajuato

Transfer and conservation of the irrigation infrastructure in Alto Rio Lerma, Guanajuato

Amelia Reyes Martínez^{a*}, Juan Carlos Castro Ramírez^{**b}, Guillermo Martínez Atilano^{**c}

RESUMEN

Objetivo—evaluar el estado de conservación de la infraestructura hidroagrícola, como resultado del proceso de transferencia a los usuarios del D.R. 011.

Método—análisis estadístico de series de tiempo de las variables de inversión en mantenimiento y conservación, cuotas de riego y volúmenes de agua disponible para riego en el D.R. 011.

Resultados—la inversión en conservación y mantenimiento no presenta una tendencia creciente en el período posterior al proceso de transferencia, no obstante que se incrementaron las cuotas de riego pagadas por los usuarios, lo que ha incidido negativamente en el estado físico de las obras.

Limitaciones—no hay información disponible suficiente para realizar el análisis estadístico de cada uno de los módulos estudiados.

Principales hallazgos—a más de dos décadas de la transferencia del manejo de las obras a los usuarios del D.R. 011, las estructuras de riego presentan un notable deterioro, particularmente los módulos Valle de Santiago y Cortázar, donde gran parte de los canales de distribución de la red menor, se encuentran sin revestir y en malas condiciones.

ABSTRACT

Purpose—to assess the conservation status of the irrigation infrastructure as a result of the transfer process to users of D.R. 011.

Methodology—statistical analysis of time series of investment variables in maintenance and conservation, irrigation quotas and water volumes available for irrigation in D.R. 011.

Results—investment in conservation and maintenance does not show an increasing trend in the period after the transfer process. Nonetheless, the irrigation quotas paid by users were increased and this has had a negative impact on the physical state of the irrigation works.

Limitations—there is insufficient information available to perform statistical analysis of each of the modules studied.

Findings—more than two decades after the transfer of the management of the irrigation works to the users of D.R. 011, the irrigation structures have a noticeable deterioration, particularly the Valle de Santiago and Cortázar modules where many of the minor network distribution canals are uncoated and in poor condition.

*Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

**Universidad Autónoma Metropolitana



Recibido: 25 de marzo de 2019;
aceptado: 25 de julio de 2019.



Palabras clave:
Política de transferencia de las obras de riego; inversión en conservación y mantenimiento; conservación diferida; cuotas de riego; manejo del agua.



Keywords:
Policy for the transfer of irrigation works; investment in conservation and maintenance; deferred conservation; quotas for irrigation; water management.



Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación. CC-BY-NC-ND

INTRODUCCIÓN

En México existe una tradición histórica en el diseño y construcción de obras hidroagrícolas. La construcción de las grandes obras de riego inicia con la creación de la Comisión Nacional de Irrigación en 1926; posteriormente, junto con la Secretaría de Recursos Hidráulicos se crean los distritos de riego para el mejor aprovechamiento del agua en las grandes áreas de riego (Comisión Nacional del Agua [Conagua], 2014).

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (SARH) continuó con la construcción y el manejo de los distritos de riego. La crisis económica y la menor participación de los usuarios en el financiamiento de la inversión en mantenimiento y conservación, originaron que durante la década de los ochenta, la infraestructura hidroagrícola existente se deteriorara. La eficiencia en el servicio de riego disminuyó y se redujo la producción agrícola, tanto por la menor área cosechada como por los bajos rendimientos de los cultivos (Conagua, 2014).

En 1989 se crea la Comisión Nacional del Agua (Conagua) que se constituye como la autoridad única en el control y manejo de las aguas nacionales. En la década de los noventa, esta institución inició la transferencia de los distritos de riego a las organizaciones de usuarios debidamente constituidos como Asociaciones Civiles de Usuarios, para administrar, operar y conservar la infraestructura de riego.

Durante los años noventa, la gestión de los distritos de riego en México fue cedida a los agricultores como parte de una política de desregulación que se llevó a cabo en varios países. Las principales justificaciones para la política de transferencia fueron las siguientes: *a)* el gobierno no tiene incentivos para optimizar el manejo de los sistemas de riego, mientras que los agricultores son los principales interesados en su funcionamiento óptimo; *b)* como la transferencia implica reducción o desaparición de subsidios, los costos de riego se incrementan para los agricultores, a pesar de ello, cuando hay un apoyo técnico del gobierno, los agricultores harán un mejor manejo de los sistemas de riego; *c)* el gobierno puede reasignar el gasto que realizaba cuando tenía la responsabilidad financiera de los costos de operación, mantenimiento y conservación de los sistemas de riego (Vermillion, 1997).

A más de dos décadas del proceso de transferencia de

las obras de riego a los usuarios, la evidencia disponible en la literatura internacional muestra, tanto resultados positivos, sobre todo en la parte financiera y operativa, como negativos, principalmente el incremento de los costos de riego. La evidencia muestra también que el desempeño económico del sector agrícola no ha cambiado mucho con la transferencia, aunque los gobiernos se han beneficiado con la reducción de sus gastos de operación y mantenimiento en las grandes obras de irrigación (Vermillion, 1997).

Para algunos autores como Exebio *et al.* (2009) los resultados del proceso de transferencia han sido positivos en general. No obstante, continúan existiendo problemas en varios módulos y en algunos distritos del país, principalmente en los más pequeños y con menos recursos: la situación financiera no es buena, la conservación de las obras es deficiente y, en algunos casos, se han producido problemas de tipo socioeconómico que han afectado la operación, conservación y administración de sus respectivos módulos de riego. Por su parte, Reyes (2018) encontró diversas fallas institucionales en las organizaciones de regantes, que contribuyeron a que no se logaran resolver dichos problemas.

Respecto al estado de conservación de las obras debe señalarse que, inicialmente, se contempló la necesidad de rehabilitar la infraestructura hidroagrícola mediante el financiamiento con créditos del Banco Mundial, del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y del gobierno mexicano, pero este proceso quedó inconcluso y las obras se entregaron sin la rehabilitación adecuada. Los usuarios consideraron que la transferencia debió haberse acompañado de un programa de modernización y de la rehabilitación intensiva de las obras del distrito de riego (Reyes, 2018; Palacios, 2000; Kloezen, 2000; Kloezen *et al.*, 1997).

La transferencia implicó una disminución en la intervención del gobierno y, al mismo tiempo, un aumento en la participación de los usuarios, sin embargo, no se ha logrado que los usuarios desarrollen estructuras organizativas adecuadas que les permitan alcanzar las metas de sustentabilidad financiera ni de mejora de la infraestructura hidroagrícola (Reyes, 2018).

En el período posterior a la transferencia, la participación del gobierno de México en las obras de infraestruc-

tura consistió únicamente en subsidios con inversiones compartidas con los usuarios de riego, con un 50% de la inversión del proyecto y sujeto a las reglas de operación de los programas de financiamiento federales. No obstante, la Conagua ejerce en la actualidad funciones de vigilancia, regulación y asesoramiento; con este propósito tiene personal en sus oficinas de los distritos de riego, incluyendo un jefe de ingenieros, jefes de operación y mantenimiento y personal administrativo. En la Ley de Aguas Nacionales (LAN) se señala que la Conagua sigue siendo la más alta autoridad en los distritos de riego (Conagua, 1992).

Dentro de los principales problemas que han enfrentado los usuarios se encuentran, como ya se señaló, las deterioradas condiciones de la infraestructura de riego que les fue transferida, así como la falta de capacitación en torno al manejo de los sistemas de riego y la escasa participación de éstos en las Asociaciones de Usuarios del Agua (AUA) (Romero, 2004; Cortez, 2000).

Por su parte, Vermillion (1997) enfatiza que uno de los resultados negativos más importantes que se ha observado en la mayoría de los países después de la transferencia de las obras de irrigación, es que la infraestructura hidráulica se ha deteriorado. En nuestro país existen trabajos con resultados divergentes, así, mientras que para autores como Mejía *et al.* (2003) que estudiaron el caso del Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma (D.R. 011), y para Arredondo y Wilson (2004) que analizaron el Distrito de Riego Humaya Culiacán, el estado de conservación de las obras mejoró después de la transferencia, para otros autores ha empeorado, por ejemplo, Exebio *et al.* (2009), y Reyes (2018), quienes centraron su análisis en el D.R. 011.

En el D.R. 011, el proceso de transferencia ocurrió en noviembre de 1992, cuando se concesionó la red menor de la infraestructura hidráulica a los usuarios, los cuales se organizaron en once Asociaciones Civiles de Usuarios (Módulos o AUA). En febrero de 1997, los usuarios constituyeron una Sociedad de Responsabilidad Limitada (SRL), a la cual se le concesionó la red mayor de la infraestructura hidráulica. Actualmente, la Conagua mantiene el control del manejo de las obras de cabeza (presas) y canales principales (Conagua, 2010).

Resulta difícil obtener un indicador preciso del estado real de conservación de la infraestructura hidroagrícola en un instante del tiempo. En el caso del D.R. 011, Exe-

bio *et al.* (2009) utilizan la inversión en mantenimiento y conservación por la relación directa que guardan ambas variables, para mostrar que se ha deteriorado la infraestructura transferida a los usuarios a principios de los noventa. Para el mismo distrito, existen trabajos en los cuales se muestra, mediante el uso de metodologías cualitativas (encuestas y entrevistas), que en la opinión de los usuarios agrícolas el estado de las obras no mejoró después del proceso de transferencia (Reyes, 2018; Kloezen *et al.*, 1997).

Respecto al nivel de inversión en operación y conservación, en Exebio *et al.* (2009) se observa que disminuyó antes de la transferencia y continuó haciéndolo durante los primeros años posteriores a este proceso. Los autores analizan cinco distritos de riego, uno de ellos es precisamente el D.R. 011, en el cual la inversión en conservación de la infraestructura ha diferido progresivamente, lo que ha repercutido adversamente en la operación de los distritos de riego y en la producción agrícola. Concluyen que, en general, existe una disminución de la inversión en conservación de la infraestructura hidroagrícola, tanto de la Conagua como por parte de los usuarios.

La tendencia existente de menores inversiones en la conservación y el mantenimiento de las obras de los distritos de riego, propicia que se acumule el volumen de conservación diferida, lo que, a mediano plazo, puede repercutir en problemas para su operación e impactar negativamente en la producción agrícola. Se concluye que la disminución de las inversiones en la conservación de las obras de los distritos de riego analizados, es una consecuencia de los problemas financieros por los que atraviesan los módulos de riego, derivada a su vez de la inexperiencia administrativa y financiera que enfrentan las asociaciones de usuarios en todo el país (Exebio *et al.*, 2009).

Por otro lado, autores como Kloezen *et al.* (1997) no comparten esta opinión y señalan que el nivel de inversión en mantenimiento y conservación permaneció igual que antes de la transferencia, en el caso del D.R. 011.

A más de dos décadas de este proceso, el objetivo de este trabajo es revisar y analizar el comportamiento que ha seguido la inversión, por su repercusión en el estado de conservación que guardan las obras de riego y del uso eficiente del agua. Por ello, se considera pertinente plantear la pregunta siguiente: ¿se produjo un mejoramiento en el estado de conservación de la infraestructura

hidroagrícola a los usuarios del D.R. 011, como resultado del proceso de transferencia? En el contexto de esta investigación, se entiende como mejora un incremento en términos reales de la inversión en mantenimiento y conservación de las obras de riego.

En este trabajo se mostrará que la inversión en mantenimiento y conservación de la infraestructura hidroagrícola no presenta una tendencia creciente en el período posterior al proceso de transferencia a las AUA, no obstante que se incrementaron las cuotas de riego pagadas por los usuarios. Los resultados obtenidos confirman que una de las consecuencias negativas más importantes del proceso de la transferencia, ha sido el deterioro del estado físico de las obras de riego propiciada por la falta de recursos financieros destinados a su mantenimiento y conservación. Para el análisis se seleccionaron dos módulos de riego: Valle de Santiago y Cortázar, pertenecientes al D.R. 011, Alto Río Lerma, Guanajuato.

En la primera sección se presenta la localización geográfica de la zona de estudio, las principales características hidrológicas, así como las fuentes de abastecimiento de agua e infraestructura de los dos módulos seleccionados; en la segunda se esbozan las reglas institucionales relacionadas con el manejo y la conservación de la infraestructura de riego transferida a las AUA, principalmente, el comportamiento que han seguido las cuotas por el servicio de riego y la inversión en estos rubros. En la tercera y última parte, se presenta el modelo económico que explica el comportamiento de la inversión posterior al proceso de transferencia y las conclusiones.

LA ZONA DE ESTUDIO: EL DISTRITO DE RIEGO 011, ALTO RÍO LERMA

La cuenca Lerma-Chapala tiene un área de 48 215 km², que representa menos del 3% de la extensión total del territorio nacional, sin considerar las cuencas cerradas de Pátzcuaro y Cuitzeo, Michoacán y Sayula, Jalisco. En esta cuenca habita el 11% de la población mexicana, y comprende porciones de cinco estados: Guanajuato, Michoacán, Jalisco, Estado de México y Querétaro; cada uno de ellos ocupa respectivamente el 49; 20; 15; 11 y 5% del área con respecto al total de la superficie de la cuenca (Mestre, 1993).

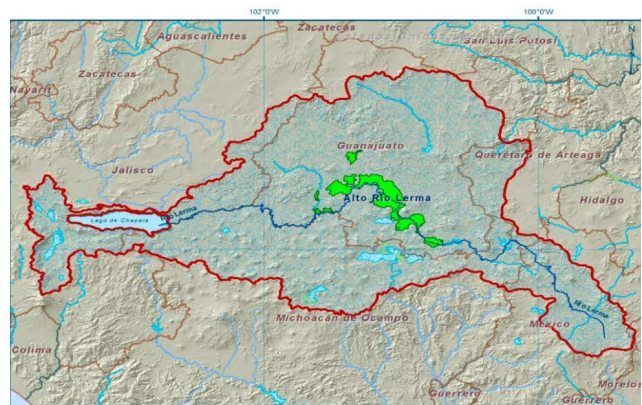
El D.R. 011, Alto Río Lerma, se localiza dentro de la

Cuenca Lerma-Chapala en la parte sur del estado de Guanajuato, geográficamente, entre los paralelos 19°55' y 21°52' de longitud norte y los meridianos 99°39' y 102°05' de longitud oeste, a una altitud de 1 700 metros sobre el nivel del mar; forma parte de los siguientes municipios: Acámbaro, Salvatierra, Santiago Maravatío, Jaral, Yuri-ria, Valle de Santiago, Villagrán, Cortázar, Salamanca, Irapuato, Guanajuato, Silao, Tarimoro, Pueblo Nuevo, Abasolo, Huanímaro y Pénjamo.

El distrito de riego está conformado por once módulos de riego, con un total de 109 417 hectáreas regables, de las cuales, 61 203 hectáreas (ha) son de uso ejidal y 48 214 son de propiedad privada. El número total de usuarios es de 25 430, de los cuales, el 76.6% son ejidatarios, esto es, 19 485, y el 23.38% (5 945) son pequeños propietarios. El número promedio de hectáreas por usuario ejidal es de 3.14 y de 8.11 por usuario privado.

El D.R. 011 es el más grande de los nueve que integran la cuenca Lerma-Chapala y absorbe aproximadamente el 44% (880 millones de metros cúbicos) del total del agua almacenada que se entrega a los distritos de riego (Kloezen y Garcés-Restrepo, 1998). En la figura 1 se puede apreciar su localización dentro de la cuenca Lerma-Chapala.

Figura 1. Localización del Distrito de Riego 011, Alto Río Lerma dentro de la cuenca Lerma-Chapala



Fuente: elaboración propia con base en Conagua (2010).

En lo que respecta a la agricultura de riego se puede señalar que, en todos los meses que comprende el ciclo de otoño-invierno es necesario el riego, mientras que en el de primavera-verano se tiene una importante cantidad de lluvia que contribuye a satisfacer, en tiempo y cantidad, los requerimientos hídricos de los cultivos.

Debido a que la variación de la precipitación pluvial en toda esta región semiárida es extrema de un año a otro, son necesarias las obras de riego para llevar el agua a los campos de los agricultores. El D.R. 011 se abastece, en un considerable porcentaje, de agua superficial, de esta forma, el 79% de la superficie con derecho a riego se abastece con agua superficial y el 21% restante con agua subterránea.

En este distrito se emplean considerables volúmenes brutos de agua superficial para el riego debido a las bajas eficiencias de conducción y distribución que se tienen en los canales de riego, y a los cultivos que se producen aquí, que en su mayoría son forrajes y granos, así como a las pérdidas de agua por infiltración y evaporación.

El Módulo 04 Valle de Santiago

El Módulo 4 Valle de Santiago, se localiza en la parte central del Distrito; geográficamente se sitúa entre las coordenadas 20°22' y 20°30' de latitud norte y 101°05' y 101°12' de longitud oeste, a una altitud de 1 721 metros sobre el nivel del mar. Este módulo se encuentra ubicado en los municipios de Jaral, Valle de Santiago y Salamanca.

La superficie total del Módulo Valle es de, 13 295.65 ha, ésta representa el 12% de la superficie total del D.R. 011 y ocupa el quinto lugar en cuanto a superficie de riego entre los módulos; cuenta con 2 163 usuarios que constituye el 9.9% del total de los usuarios del Distrito.

El Módulo de Riego 04, Valle de Santiago, se abastece en un 70% de agua superficial concesionada y el 30% restante con agua subterránea. Las fuentes de abastecimiento de agua superficial de este módulo son la Presa Tepuxtepec y la Presa Solís, ambas sobre el Río Lerma.

La presa Tepuxtepec que se localiza aguas arriba, tiene una capacidad total de 537.5 Millones de metros cúbicos (Mm^3); una capacidad de azolves de 25 Mm^3 ; una capacidad de control de avenidas de 137.5 Mm^3 , y una capacidad útil para el riego de 37.5 Mm^3 . La capacidad de su obra de toma es de 130 metros cúbicos por segundo (m^3/s).

Por su parte, la presa Solís construida en 1933, tiene una capacidad total de 1 217 Mm^3 ; una capacidad de azolves de 25 Mm^3 ; una capacidad de control de avenidas de 417 Mm^3 , y una capacidad útil para el riego de 77.5 Mm^3 . La capacidad de su obra de toma es de 190 m^3/s .

En cuanto a la infraestructura hidroagrícola, de acuerdo con el Plan Director para la modernización integral

del Distrito de Riego 011 (Conagua, 2010), la longitud total de los canales principales es de 24.3 km, de los cuales se encuentran revestidos 5.4 km. Los canales secundarios entre laterales, sublaterales, ramales y subramales, alcanzan una longitud de 217 km, encontrándose revestidos sólo el 12.7%, esto es 27.5 km.

De acuerdo con este estudio, a finales de junio del 2010, este módulo contaba con sistemas de riego tecnificado para 8 233 ha, estos sistemas corresponden a tuberías de multicompuertas, de las cuales, casi el 64% se localizaban en superficies con concesión de aguas subterráneas y, el resto, en explotaciones con aguas superficiales.

El Módulo 05 Cortázar

Este módulo se encuentra localizado dentro del Municipio de Cortázar, en el Estado de Guanajuato y hasta 1992, fue la Quinta Unidad del D.R. 011, porque en ese año el gobierno federal, a través de la Conagua, transfirió las obras de la red menor a las AUA, constituyéndose de esta forma el Módulo de Riego 05, Cortázar.

En cuanto a su localización geográfica, este módulo se ubica dentro de las coordenadas 20°20' de latitud norte y 101°10' de longitud oeste. Los terrenos de este módulo se localizan en los municipios de Cortázar, Jaral del Progreso, Salamanca y Villagrán.

La superficie total del módulo es de 18 345.51 ha, que representan el 15.7% de la superficie total del Distrito; ocupa el primer lugar en cuanto a superficie de riego entre los módulos. Tiene 2 978 productores que representan casi el 18% del total del Distrito y tiene una tenencia media de la tierra por productor de 6.2 ha.

El módulo de riego Cortázar, se abastece en un 69% con agua superficial concesionada y el 31% restante con agua subterránea. Las fuentes de abastecimiento de agua son las mismas que las del módulo anterior.

En lo que respecta a la infraestructura hidroagrícola, de acuerdo con el Plan Director para la Modernización Integral del Distrito de Riego 011 (Conagua, 2010), la longitud total del Canal Principal, Ing. Antonio Coria, es de 118 km y está a cargo de la SRL del Distrito de Riego 011. El módulo cuenta con 256 km de canales secundarios, entre laterales, sublaterales, ramales y subramales, encontrándose revestidos 10.4 km, así como 9.7 Km entubados con PVC y los 236 km restantes son de tierra.

De acuerdo con este estudio, a finales de junio del 2010, a nivel parcelario se encontraban en el módulo 11 677 *ha*, con sistemas de riego tecnificados, de las cuales, 10 885 *ha* contaban con tuberías de multicompuertas, de esta superficie, el 50.7% (5 518.7 *ha*) se localizaban en áreas que contaban con concesión de aguas subterráneas y el resto, 5 366.3 *ha*, en explotaciones de aguas superficiales. Existían adicionalmente 792 *ha* con sistemas de riego por goteo en superficies que contaban con riego subterráneo.

EL MANEJO Y LA CONSERVACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA

Se entiende por conservación y mantenimiento de la infraestructura de un sistema de riego, el conjunto de medidas operativas y de control que tienden a resguardar y sostener en condiciones óptimas de servicio y funcionamiento las obras, equipos e instalaciones del sistema, para proporcionar un servicio eficiente a los usuarios de los distritos de riego, con la finalidad de incrementar, o al menos, sostener la producción agrícola (Exebio *et al.*, 2009; Reyes, 2018).

En todos los módulos de riego que integran el distrito se realiza un Diagnóstico de Necesidades Medias Anuales de Conservación, el cual tiene por objeto conocer el estado de deterioro y desgaste de las obras, así como la factibilidad técnica de su conservación para valorar los costos respectivos y proponer su programa de realización (Conagua, 2010).

Con la finalidad de llevar a cabo la administración, la operación y la conservación de las obras de riego, los módulos que integran el Distrito de Riego tienen que asumir los costos totales de estas tareas y, para ello, hacen uso de los ingresos generados por el cobro de las cuotas de riego.

De acuerdo con la Ley de Aguas Nacionales [LAN] (Conagua, 1992), los usuarios están obligados a pagar las cuotas por el servicio de riego que establezcan los propios usuarios, mismas que deberán cubrir, por lo menos, los gastos de estas actividades. Las cuotas se tendrán que someter a la autorización de la Conagua y se actualizarán una vez al año en los módulos de riego. Por otra parte, el Reglamento de la LAN (Conagua, 1992) señala que, la Conagua determinará y recaudará la cuota

de riego por el suministro de agua en bloque de las AUA o, en su caso, de la SRL.

Los módulos de riego y la SRL elaboran anualmente sus respectivos presupuestos de ingresos y egresos, los cuales son aprobados por la Asamblea General de la Asociación o de la Sociedad, mismos que podrán ser sancionados por la Conagua; de la misma forma, la jefatura del distrito elabora su presupuesto, que también es considerado en la cuota de riego que pagan los usuarios (Reyes, 2018).

Las cuotas de riego

La cuota de agua para riego se determina en el seno del Comité Hidráulico del distrito de riego. Los representantes de las asambleas respectivas de las AUA se reúnen anualmente para analizar las propuestas de cuota por servicio de riego, y discutir si se aprueban o no, de acuerdo con las necesidades y prioridades consideradas por los mismos usuarios.

Los directivos del distrito de riego y de las AUA realizan un análisis de las necesidades de recursos al interior de los módulos y de la SRL, y derivado de este análisis, se genera una propuesta de cuota a pagar por los usuarios.

Las cuotas que se establecen son anuales y por hectárea física regada, sin importar el número de riegos que demanden los agricultores, es decir, no se establecen con criterios volumétricos. Los responsables del cobro de la cuota por servicio de riego son las propias AUA, quienes entregan a la SRL y a la Conagua, el porcentaje previsto de la recaudación, la cual depende de la disponibilidad de agua en las presas.

Para que a los usuarios de los módulos Valle de Santiago y Cortázar se les asigne el volumen de agua solicitado, deben pagar con ocho días de anticipación la cuota de riego en las oficinas de los módulos. A pesar del incremento de las cuotas, la recaudación en varios de los módulos del D.R. 011 no ha sido suficiente para mejorar su situación financiera y, como resultado, se han deteriorado sus sistemas de riego (Kloezen *et al.*, 1997).

Debe precisarse que, en el caso del Módulo Valle de Santiago, cuando no se logran recaudar los ingresos provenientes de las cuotas de riego por la falta de disponibilidad de agua, las empresas paralelas del módulo prestan dinero para llevar a cabo las actividades de administración y operación del riego. Inclusive algunos

módulos permiten a los usuarios pagar la cuota por riego a plazos, asumiendo que no siempre se recupere el total de los ingresos (Reyes, 2018).

La recaudación y el presupuesto para las obras de mantenimiento y conservación

El presupuesto para las obras de mantenimiento y conservación proviene principalmente de la recaudación obtenida de las cuotas de riego de los usuarios. Los lineamientos vigentes establecidos por la Conagua señalan que, del monto total recaudado, se debe aplicar la siguiente proporción: 50% para inversión en conservación; el 30% para los costos de operación y el 20% restante para gastos de la administración. Estos lineamientos aparecen también en los instructivos de operación, conservación y administración de las obras de riego transferidas, que vienen en los títulos de concesión de las obras entregadas a las AUA. En la mayoría de los módulos no se ha logrado alcanzar, con la excepción de algún año, el porcentaje mínimo establecido.

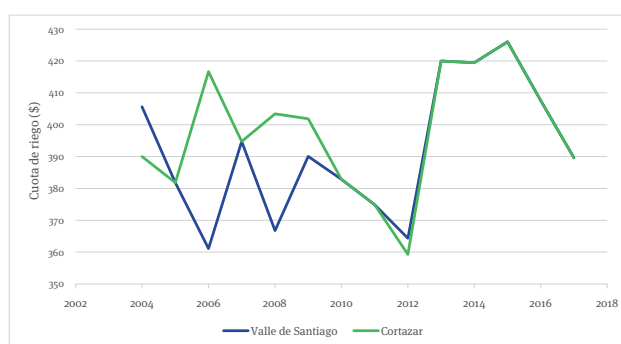
En el Módulo Valle de Santiago, el porcentaje promedio de los ingresos totales destinado a las tareas de conservación durante diez años agrícolas, fue de 39.4%, mientras que, en el Módulo Cortázar, fue de 28.4%. Durante el período estudiado, el presupuesto no ha sido suficiente para cubrir las necesidades medias de conservación de la red menor de riego que se tienen en estos módulos, sobre todo, en el de Cortázar. La consecuencia es la acumulación de los trabajos de conservación no realizados en el año correspondiente, lo que está provocando que la conservación diferida vaya en aumento (Reyes, 2018).

La otra fuente de inversión es la del gobierno federal que se ejerce a través de programas sectoriales de la Conagua, mediante los cuales la SRL en el Distrito puede obtener financiamiento, siempre y cuando tenga proyectos ejecutivos, para lo cual necesita contar previamente con su programa de inversiones. Estos proyectos ejecutivos entran en la mayoría de los casos dentro del Programa de Rehabilitación y Modernización de los Distritos de Riego, a cargo de la Conagua.

DATOS Y METODOLOGÍA

Las cuotas de riego cobradas a los usuarios de los Módulos Valle de Santiago y Cortázar, a precios constantes, muestra una tendencia creciente a partir del año 2012, como se aprecia en la gráfica 1, en la que se observa su evolución durante el período 2004-2017. Esta ha sido muy similar en ambos módulos, salvo en algunos años en que el módulo Valle cobró 10% menos que la tarifa del módulo Cortázar.

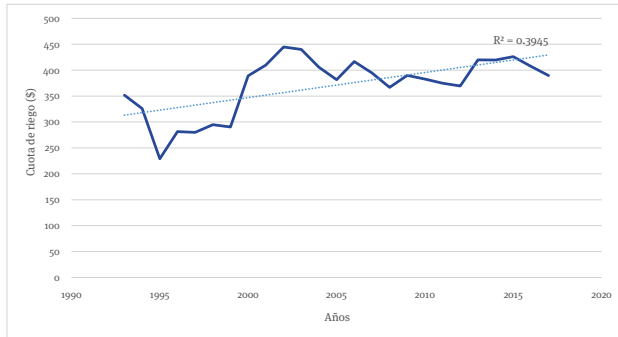
Gráfica 1. Evolución de las Cuotas de Riego en los Módulos Valle de Santiago y Cortázar, 2004-2017. Precios constantes, 2013



Fuente: elaboración propia con base en comunicación personal con el Jefe de Operación del D.R 011.

Desafortunadamente, la serie de tiempo disponible, en el caso de los módulos estudiados, es corta, en cambio, para el total de los módulos que integran el D.R. 011, la disponibilidad de información es mayor y permite observar que las cuotas, a precios constantes, presentan una tendencia creciente durante el período estudiado (gráfica 2).

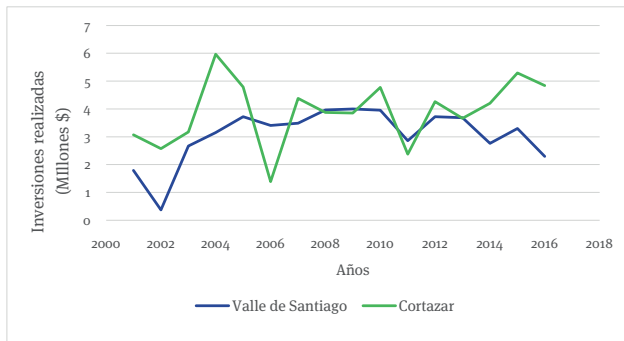
Gráfica 2. Evolución de las cuotas de riego en el D.R. 011, Alto Río Lerma, 1994-2016. Precios constantes, 2013



Fuente: elaboración propia con base en Conagua (2016).

Por otra parte, en la gráfica 3, puede observarse la inversión total necesaria para los trabajos de conservación en ambos módulos, durante los años posteriores a la transferencia de la infraestructura. En apariencia, se trata de una serie estacionaria sin tendencia creciente, desafortunadamente no hay información disponible suficiente para comprobarlo estadísticamente.

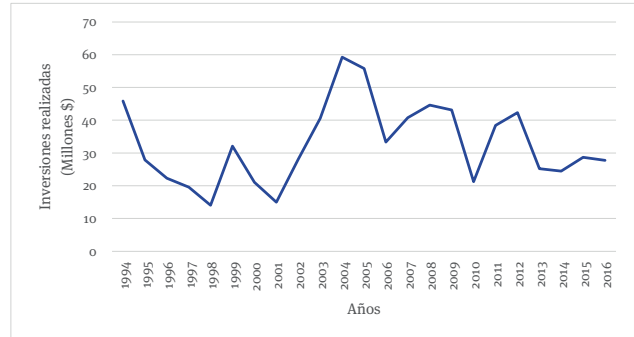
Gráfica 3. Inversiones en conservación de las obras de la red menor en los Módulos Valle de Santiago y Cortázar. Precios constantes, 2013



Fuente: elaboración propia con base en comunicación personal con el Jefe de Operación del D.R 011.

Los datos disponibles de la inversión para el total de los módulos que integran el D.R. 011, son más numerosos y permiten apreciar de manera preliminar, que puede tratarse de una serie de tiempo estacionaria, como se observa en la gráfica 4.

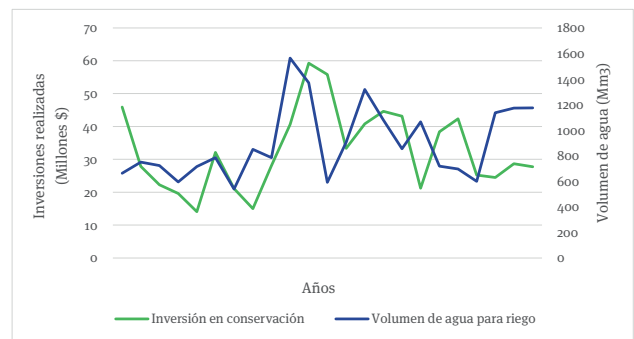
Gráfica 4. Inversión destinada para la conservación de las obras de la red menor del Distrito de Riego 011, Alto Río Lerma, 1994-2016. Precios constantes, 2013



Fuente: elaboración propia con base en comunicación personal con el Jefe de Operación del D.R 011.

En la gráfica 5 se nota que la serie de tiempo correspondiente al volumen de agua también parece ser estacionaria y, adicionalmente, que existe una aparente correlación entre el volumen de agua disponible para riego y la inversión en mantenimiento y conservación de todo el D.R. 011 durante el período 1994-2016. Es necesario señalar que se tomó como variable aproximada del volumen de agua disponible, al volumen existente en la presa Solís en dicho período, esta presa es la más importante del sistema, ya que es la de mayor volumen y la de menor evaporación y sirve a varios módulos del D.R. 011, así como al Módulo Pastor Ortiz del Distrito de Riego 087, Rosario Mezquite, Michoacán (Conagua, 2010).

Gráfica 5. Inversión en conservación y volumen de agua disponible para riego, D.R. 011, Alto Río Lerma, 1994-2016



Fuente: elaboración propia con base en comunicación personal con el Jefe de Operación del D.R 011.

Antes de analizar la relación existente entre ambas variables, se realizaron pruebas para cada una por se-

parado para confirmar o rechazar que se trate de series estacionarias y evitar así una posible regresión espuria.

La gráfica de la inversión muestra que no hay tendencia en la serie, por lo que sólo se incluyó el intercepto en la prueba de integración de Dickey-Fuller aumentada (ADF). Con el criterio de Akaike se encontró que el valor mínimo se obtiene con una estructura de ocho rezagos. En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos una vez corregido el problema de autocorrelación que se presenta en la prueba inicial, utilizando un retardo de la primera diferencia de la inversión.

Tabla 1. Prueba de raíz unitaria (ADF) para la serie de inversión, 1994-2016

Variable dependiente: Inversión en conservación y mantenimiento (primera diferencia)				
Variables	Coefficiente	Error estándar	T estadístico	Valor P
Constante	18152.5	7675.99	2.365	0.0295
Inversión (-1)	-0.557659	0.223207	-2.498	0.1158
Inversión (-1) primera diferencia	0.186779	0.219809	0.8497	0.4066
Tau estadístico	-2.49839			
DW estadístico	1.984			

Fuente: elaboración propia.

Los resultados muestran que no se puede rechazar la hipótesis nula de raíz unitaria en la serie de inversión, debido a que la Tau estimada -2.498 es menor en valor absoluto al valor crítico correspondiente al 5% de la prueba, que es -3.0. Además, el valor probabilístico de la inversión rezagada un período (Inversión (-1)) es superior al 5% que se consideró como el nivel de significancia.

En conclusión, con base en la información disponible para la inversión en infraestructura, para el período 1994-2016, posterior a la transferencia del D.R. 011, la serie de tiempo no es estacionaria, el orden de integración es uno y no muestra una tendencia determinista creciente en el tiempo—lo cual es consistente con los hallazgos señalados en la literatura relevante—no obstante el incremento anteriormente señalado en las cuotas de mantenimiento. Este resultado no se modifica si se realiza la prueba ADF sin constante.

¿Cómo se explica este comportamiento de la inversión? A pesar del incremento de la recaudación proveniente de

las mayores cuotas de riego en varios de los módulos del D.R. 011, ésta no ha sido suficiente para mejorar su situación financiera (Kloezen *et al.*, 1997). Adicionalmente, el porcentaje de las cuotas destinado para la inversión no se ha incrementado, lo que ha incidido en la tendencia a mantenerse constante el nivel de inversión.

Tabla 2. Prueba de raíz unitaria (ADF) para la serie volumen de agua, 1994-2016

Variable dependiente: Volumen de Agua (primera diferencia)				
Variables	Coefficiente	Error estándar	T estadístico	Valor P
Constante	764.66	253.389	3.018	0.0074
Volumen Agua (-1)	-0.836855	0.278076	-3.009	0.0340
Volumen Agua (-1) primera diferencia	0.213887	0.234921	0.9105	0.3746
Tau estadístico	-3.00944			
DW estadístico	1.966			

Fuente: elaboración propia.

Los resultados de la prueba ADF permiten rechazar la hipótesis de raíz unitaria debido a que la Tau estimada -3.00944 es mayor en valor absoluto al valor crítico del 5% de la prueba que es -3. Además, el valor probabilístico de la inversión rezagada un período (Inversión (-1)) es inferior al 5% que se consideró como el nivel de significancia. En conclusión, la serie correspondiente al volumen de agua es estacionaria.

Una vez que se descarta la posibilidad de una regresión espuria, se analiza si existe una relación estadística estable y significativa entre la inversión y el volumen de agua para riego en el D.R. 011, por el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO).

En la sección previa, se señaló que el presupuesto asignado por los usuarios agrícolas para la inversión en el mantenimiento y la conservación de las obras en los módulos, varía en función de los ingresos recaudados, los que a su vez, dependen de la cuota de riego y del volumen de agua disponible para el riego. Por lo que, en un primer modelo estadístico, se supuso que la inversión en mantenimiento y conservación depende positivamente del volumen de agua disponible para riego.

Los resultados del modelo estimado que se presentan en la tabla 3, muestran que no existe una relación signifi-

ficativa entre la inversión y el volumen de agua. El valor de significancia de la prueba T, indica que el estadístico 1.32 está por debajo del valor de 2.94 del T de tablas, o en términos de probabilidad, se tiene un nivel de significancia de 0.20. Además, el valor de la R cuadrada de 0.076 implica que el modelo no explica la relación entre estas variables.

Tabla 3. Resultados de la regresión estadística entre inversión y volumen de agua (MCO)

Variable dependiente: Inversión en conservación y mantenimiento				
Variables	Coefficiente	Error estándar	T estadístico	Valor P
Constante	21852.61	8572.98	2.549	0.0187
Volumen de agua	12.06	9.12	1.322	0.2005
R ²	0.076			
F estadístico	1.746			
DW estadístico	1.20			

Fuente: elaboración propia.

Además, se presenta el problema de autocorrelación como muestra el estadístico Durbin-Watson (DW), que se corrigió estimándose un modelo donde la inversión en mantenimiento y conservación no depende del volumen disponible de agua actual, sino del volumen del año anterior y del propio presupuesto con igual rezago.

En la tabla 4, los resultados muestran que se obtuvo un coeficiente de regresión para el volumen de agua de 28.35 con un alto grado de significancia; se puede apreciar también, que el presupuesto ejercido durante el período anterior, en la conservación y mantenimiento, explica la propia inversión actual con un valor pequeño de 2.083 pero significativo al 5%. De esta manera, el ajuste total de la regresión medido por la R cuadrada es de 0.639; no existe autocorrelación como lo muestra el valor de 1.82 del estadístico DW y el ajuste se verifica por el valor de la prueba de F cuyo valor estadístico es de 16.82.

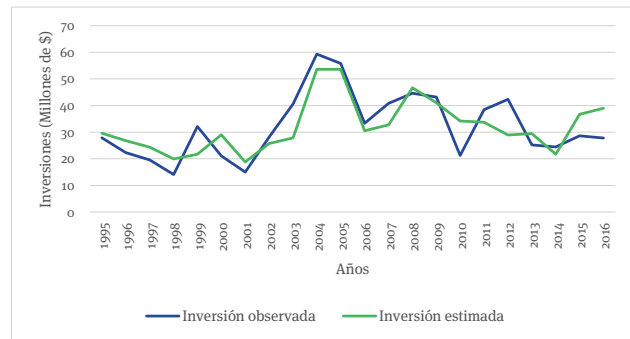
Tabla 4: Estimaciones de la regresión estadística del modelo con rezago

Variable dependiente: Inversión en conservación y mantenimiento				
Variables	Coefficiente	Error estándar	T estadístico	Valor P
Constante	-2693.79	6277.84	-0.4291	0.6727
Volumen de agua año anterior (-1)	28.35	6.26	4.525	0.0002
Inversión del año anterior (-1)	0.294	0.141	2.083	0.0510
R ²	0.639			
F estadístico	16.82			
DW estadístico	1.82			

Fuente: elaboración propia.

Con base en este modelo, se observa en la gráfica 6 que el valor estimado de la inversión sigue correctamente el comportamiento de los datos a lo largo del tiempo, y que el comportamiento de la inversión se ve reflejado en el modelo estimado.

Gráfica 6. Inversión en conservación: observada y estimada. Precios constantes, 2013



Fuente: elaboración propia.

¿Cómo se explica el comportamiento de ambas variables? Como ya se señaló, la inversión depende principalmente de la recaudación obtenida por los módulos de riego, es decir, que el presupuesto para las obras de mejora y conservación depende de la recaudación de ingresos proveniente de las cuotas del período anterior, y puesto que las cuotas se cobran por superficie regada, la inversión dependerá del volumen disponible para el riego, también durante el período anterior.

CONCLUSIONES

La inversión en conservación y mantenimiento no ha mostrado una tendencia creciente dos décadas después de la transferencia del manejo de las obras a los usuarios del D.R. 011, lo que se ha visto reflejado en el deterioro que presentan las estructuras de riego, particularmente, en los Módulos Valle de Santiago y Cortázar, donde gran parte de los canales de distribución de la red menor, se encuentran sin revestir y en malas condiciones (Reyes, 2018).

Además de los niveles insuficientes de inversión, los módulos no han respetado los porcentajes de distribución de la recaudación de ingresos propios, obtenidos principalmente de las cuotas de riego destinados para la conservación y mantenimiento de las obras, tal como se establece en la LAN.

La carencia de recursos asignados a las actividades de conservación de las obras en los módulos induce al deterioro de la infraestructura, problema que aumenta con el paso del tiempo. Muchos de los canales de distribución en estos módulos ya no tienen las características físicas del proyecto original y se encuentran sin revestir, lo que provoca pérdidas de agua durante el trayecto de su distribución hasta el pie de las parcelas, problema que se suma a la obstrucción en los canales por la presencia de maleza acuática que crece sin control afectando la capacidad de conducción y distribución del agua.

Incluso en algunos casos, como el del módulo Valle de Santiago, que es grande y próspero y alrededor del cual se han creado empresas paralelas con éxito económico, puede observarse también que su infraestructura de riego se encuentra deteriorada (Reyes, 2018).

Cuando se diseñó la política de transferencia de los distritos de riego, se consideraba que la administración eficiente de los módulos se reflejaría en un mejor manejo y conservación de las obras de la red menor de riego, esto no ha ocurrido, por el contrario, lo que se ha observado es el escaso o nulo trabajo de conservación que se realiza en las obras de los módulos.

Dada la importancia que tiene el mantenimiento y la conservación de las obras de riego para el uso eficiente del agua, debe continuarse con la evaluación de la política de transferencia de los sistemas de riego, lo que incluye el manejo que hacen las AUA, en particular, las causas de la falta de recursos para la inversión en la

conservación de las obras de la red menor que les fue transferida, cómo ha impactado el incremento de las cuotas en la sustentabilidad financiera de los módulos; cómo se manejan los recursos financieros y la eficiencia del gasto en conservación, así como el papel de vigilancia que ejerce la autoridad reguladora (Kloezen, 2000).

El comportamiento de la inversión, explicado fundamentalmente por el volumen y la inercia del presupuesto para conservación, parece sugerir que no sólo debe mejorarse la recaudación de recursos a través del incremento de las cuotas, sino que debe vigilarse el cumplimiento de los acuerdos signados por las asociaciones de usuarios con las autoridades encargadas del manejo del agua, para que se respeten y se apliquen los recursos destinados a la conservación y el mantenimiento de la infraestructura hidroagícola.

REFERENCIAS

- Arredondo, S., y Wilson, P. (2004). A farmer-centered analysis of irrigation management transfer in Mexico. *Irrigation and Drainage Systems*, 18(1), 89-107.
- Comisión Nacional del Agua [Conagua]. (1992). *Ley de Aguas Nacionales y su Reglamento*. México: Conagua.
- Comisión Nacional del Agua [Conagua]. (2010). *Actualización del Plan Director para la modernización integral del Distrito de Riego 011, Alto Río Lerma, Guanajuato*. México: Conagua, Subgerencia de Conservación, Gobierno del Estado de Guanajuato.
- Comisión Nacional del Agua [Conagua]. (2014). *Diagnóstico del programa presupuestario K141, rehabilitación y modernización de infraestructura de riego y temporal tecnificado*. México: Conagua.
- Comisión Nacional del Agua [Conagua]. (2016). *Inversiones en conservación en los Módulos de Riego Valle de Santiago y Cortázar 2001-2016*. México: Conagua, Gerencia de los Distritos de Riego.
- Cortez, A. (2000). La autogestión de usuarios hidroagícolas del Valle de Mexicali. Efectos del proceso de transferencia. *Revista de Estudios Fronterizos*,

- 1(2), 65-91.
- Exebio, A., Palacios, E., Mejía, E., y Santos, A. (2009). Conservación diferida y su impacto en el mantenimiento de distritos de riego. *Terra Latinoamericana*, 27(1), 70-82.
- Kloezen, W. H. (2000). *La viabilidad de los arreglos institucionales para el riego después de la transferencia del manejo en el Distrito de Riego Alto Río Lerma, México*. México: Instituto Internacional del Manejo del Agua (IWMI, por sus siglas en inglés).
- Kloezen, W. H., y Garcés-Restrepo, C. (1998). *Evaluación del desempeño del riego con indicadores comparativos: el caso del Distrito de Riego Alto Río Lerma, México*. México: Instituto Internacional del Manejo del Agua (IWMI, por sus siglas en inglés).
- Kloezen, W. H., Garcés-Restrepo, C., y Johnson III, S. H. (1997). *Impact Assessment of Irrigation Management Transfer in the Alto Río Lerma Irrigation District, Mexico*. Sri Lanka: International Irrigation Management Institute (IIMI).
- Mejía, E., Palacios, E., Chávez, J., Zazueta, F., Tijerina, L., y Casas, E. (2003). Evaluación económica del proceso de transferencia del Distrito de Riego 011 Alto Río Lerma, Guanajuato, México. *Terra Latinoamericana*, 21(4), 523-531.
- Mestre, J. (julio, 1993). Avances en la gestión del agua y sus finanzas en la cuenca Lerma-Chapala. En: Memoria Técnica de la Primera Reunión Internacional sobre Economía del Agua y Medio Ambiente, Ciudad de México: Comisión Nacional del Agua.
- Palacios, V. (2000). Breve evaluación del proceso de la Transferencia de Distritos de Riego en México. En: Palacios V., Espinoza de L., León M., y Martínez (Eds.), *Memorias del Congreso Internacional de Transferencia de Sistemas de Riego*. Mazatlán, Sinaloa: Colegio de Posgraduados.
- Reyes, A. (2018). Manejo Institucional de los Distritos de Riego en México y sus Implicaciones en la Conservación de las Obras que se emplean para el Riego con Agua Superficial. Estudio de Caso: Módulos de Riego Valle de Santiago y Cortázar, Distrito de Riego 011, Alto Río Lerma, Guanajuato. (Tesis Doctoral). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Romero, R. (octubre, 2004), Las Organizaciones de Usuarios Agrícolas frente al Ordenamiento de la Distribución de Agua en la Cuenca Lerma-Chapala. En Reunión de la Asociación de Estudios Latinoamericanos, Las Vegas, Nevada, E.U.
- Vermillion, D. L. (1997). *Impacts of Irrigation Management Transfer: A Review of the Evidence*. Sri Lanka: International Irrigation Management Institute (IIMI).

NOTAS DE AUTOR

- ^a Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Tecnólogo del Agua Titular "A". Líneas de Investigación: economía institucional del agua para riego; evaluación socioeconómica y financiera de proyectos de inversión hidroagrícola; planeación y políticas agrícolas. Correo electrónico: amelia_reyes@tlaloc.imta.mx; melita1997@yahoo.com
- ^b Profesor Titular B de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Economía. Líneas de Investigación: teoría económica y economía aplicada a los recursos naturales. Correo electrónico: ccr17@xanum.uam.mx
- ^c Profesor Titular C de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, Departamento de Economía. Líneas de Investigación: finanzas públicas, economía de las pensiones, econometría, econometría aplicada con Stata y R. Correo electrónico: gma@xanum.uam.mx