

Tecnología de Riego y Drenaje

Ingeniería de riego

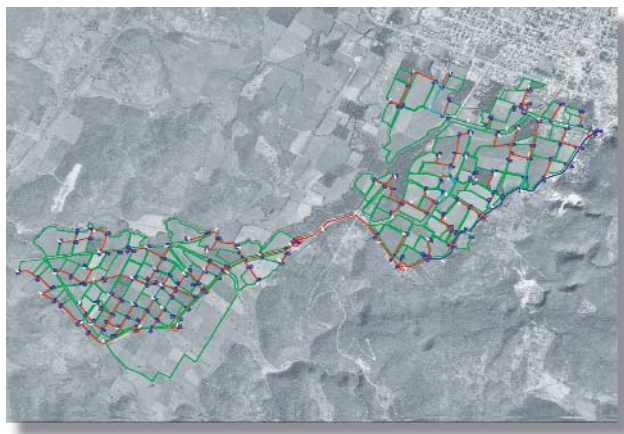
Una acción prioritaria para mejorar la planeación y la operación de las zonas agrícolas bajo riego, es la obtención oportuna y precisa de la información agrícola e hidrométrica generada en los módulos y en los distritos de riego del país. Esta información se acopia durante el año agrícola y se organiza en bases de datos que contienen la información que se requiere para calcular los indicadores estadísticos por cultivo, módulo y distrito de riego. Con el propósito de agilizar la obtención de la información y de sistematizar la generación de la estadística hidroagrícola anual de los distritos y módulos de riego, la CNA solicitó al Instituto el desarrollo, la calibración y la validación del sistema informático *SISTAG-CNA*, el cual se ha aplicado desde hace dos años en la elaboración de los informes anuales de los distritos de riego y se ha generalizado a los módulos de riego. Durante el año agrícola 2002-2003 el sistema se instaló y se puso en operación en los 83 distritos de riego y en 44 módulos de los distritos 011 Alto Río Lerma, Gto.; 014 Río Colorado, B.C.; 063 Guasave, Sin.; 03 Tula, Hgo., y 033 El Grullo, Jal. En estos distritos y módulos de riego se impartieron siete talleres de capacitación a 130 técnicos sobre el uso del sistema.

La asociación de usuarios del distrito de riego 068 Tepecoacuilco-Quechultenango y la Secretaría de Desarrollo Agropecuario del gobierno de Guerrero, solicitaron al IMTA la elaboración de un proyecto ejecutivo para la modernización de 1,458 ha distribuidas en las comunidades agrarias de Tierra Colorada, Santa Teresa, Acayahualco, Rincón de la Cocina, Tepecoacuilco, Iguala y Tuxpan. Este distri-



ENTUBAMIENTO DE LA RED DE CONDUCCIÓN, DISTRITO DE RIEGO 068 TEPECOACUILCO-QUECHULTENANGO, GUERRERO

to tiene concesionada el agua de la presa de almacenamiento Valerio Trujano, de la cual se distribuye a las diferentes comunidades mediante una red de 26 km de canales de tierra y con revestimientos de mampostería y concreto en mal estado. La eficiencia global actual del distrito es de 30%, ya que los sistemas de riego parcelarios son por gravedad, sin nivelación de suelos ni trazos de riego adecuados. Con el propósito de inducir de manera paulatina la transformación tecnológica y productiva en la zona, se planteó la modernización del distrito de riego mediante el entubamiento de la red de conducción y distribución, y la tecnificación del riego parcelario con sistemas de baja presión con tubería de compuertas. A solicitud de los usuarios de riego de las diferentes comunidades y con el propósito de facilitar la operación de los sistemas, se elaboraron proyectos ejecutivos para cada una de ellas. Con el objeto de reducir los costos de operación de los sistemas de riego, la red de conducción se dimensio-



TECNIFICACIÓN DEL RIEGO PARCELARIO

nó y trazó, buscando aprovechar la carga hidráulica natural y proporcionar la presión suficiente para el riego por multicompuertas en las parcelas de cada comunidad. Estos proyectos se entregaron a las asociaciones de usuarios y a la Secretaría de Desarrollo Agropecuario para su licitación e instalación.

La asociación de usuarios de la unidad de riego Bachiniva, Chih., solicitó a la CNA la participación del IMTA en la elaboración de un proyecto ejecutivo para la modernización de su zona de riego. En esta unidad, conformada por 542 usuarios, se riegan 1,200 ha, de las cuales 1,080 son de manzano y el resto de avena y cebada. Estos cultivos se riegan por gravedad con agua de la presa Las Chepas y se complementan con bombeos de cuatro pozos profundos. La topografía irregular con suelos delgados dificulta la aplicación eficiente del riego por gravedad. El agua de riego se distribuye mediante canales abiertos que se extienden sobre ambos márgenes del río Santa María. Dadas la rentabilidad de los sistemas de producción, la disponibilidad de agua y la capacidad técnica de los productores, para la modernización de la unidad de riego se propuso el diseño de una red de distribución de alta presión para regar las áreas de frutales con sistemas de microaspersión y goteo, y los forrajes, mediante aspersión portátil. Un tanque elevado de 560 m³ de capacidad ubicado sobre el cerro de la margen izquierda de la cortina, proporcionará una carga hidráulica de 120 m para abastecer los sistemas de riego parcelarios. La alimentación al tanque elevado se realizará mediante el bombeo de 950 l/s de la obra de toma de la presa, con una carga dinámi-

ca total de 24 m. La red de distribución principal inicia con un diámetro de 900 mm y se reduce a 200 mm en la parte baja. Para diseñar la red de distribución y organizar la operación de los sistemas de riego, la zona se dividió en diez unidades de 120 ha, en las cuales se diseñaron redes parcelarias con presiones de 2 a 3.5 kg/cm² para alimentar microaspersores de 20 a 100 l/h y proporcionar el caudal que requieren las siembras establecidas de 350 a quinientos árboles por hectárea.

Contaminación y drenaje agrícola

En los distritos de riego ubicados en las zonas áridas y semiáridas del país, la acumulación de sales en la zona radicular de los cultivos reduce su crecimiento y afecta su producción. Con la finalidad de controlar la salinidad de los suelos, el Instituto ha desarrollado metodologías para su recuperación y para la evaluación de sistemas de drenaje parcelario. A solicitud de las asociaciones de usuarios de los distritos de riego 041 Río Yaqui, Son., y 076 Valle del Carrizo, Sin., con la participación de la FAO se evaluaron tres sistemas de drenaje parcelario instalados hace seis años en parcelas cultivadas con naranjo, maíz y trigo. Para tal fin, se utilizaron indicadores del suelo y de los cultivos, de los niveles freáticos y de los módulos de drenaje, así como de la rentabilidad de los sistemas de producción. El aspecto y el desarrollo de los cultivos en la zona central entre los drenes no mostraron diferencia visual alguna en relación con las áreas cercanas a los mismos; la conductividad eléctrica del extracto de sa-



EVALUACIÓN DE DRENAJE PARCELARIO



INSTALACIÓN DE DRENAJE PARCELARIO

turación del suelo fue inferior a 4 dS/m y las sales del agua de drenaje fueron cloruros de calcio, de sodio y sulfatos de sodio, sin encontrarse índices de sodificación de los suelos. Los módulos de drenaje variaron de 1.3 a 1.8 mm/día, permitiendo mantener los niveles freáticos a una profundidad mayor a un metro. Considerando que estos sistemas se instalaron hace seis años, en la evaluación económica sólo se tomó el costo de mantenimiento, con lo que la relación beneficio-costó fue de 1.6 en los granos y de 6.1 en la naranja. En estas evaluaciones participaron técnicos de las asociaciones de usuarios a quienes se capacitó en la elaboración de programas para monitorear los sistemas de drenaje en ambos distritos.

En las zonas húmedas y semihúmedas del país donde se localizan los distritos de temporal tecnificado, el exceso de humedad en los suelos durante la temporada de lluvias, que comprende de junio a noviembre y el déficit de agua que se registra en el resto del año, afectan el desarrollo de los cultivos y la operación de los sistemas de producción, ya que no es posible aplicar oportunamente las prácticas culturales que requieren los cultivos. Con el propósito de desarrollar una metodología para regular el régimen de humedad de los suelos, el IMTA, en colaboración con la CNA y personal técnico del ingenio cañero de Huixtla, Chis., diseñó e instaló un sistema de drenaje subterráneo controlado en una parcela demostrativa de 7 ha. Con base en los parámetros de diseño y las características del cultivo, se instalaron en octubre de 2003 drenes de 20 cm

de diámetro con separaciones de 10, 15 y 20 m, a una profundidad de 1.2 m. El sistema de drenaje permitió adelantar un mes la siembra de caña de azúcar e igualmente permitirá, al final del ciclo del cultivo, programar la fecha de cosecha, además de incrementar el rendimiento de 85 a 100 t/ha y la producción de azúcar de 7.5 a 10 t/ha. Con estos rendimientos y considerando separaciones entre drenes de 20 m, la relación beneficio-costó será de 1.3 para el primer año y de 2.1 para los subsecuentes.

Operación y mantenimiento de infraestructura hidroagrícola

En el marco del Programa de Uso Sustentable del Agua en la Cuenca del Río Bravo, las asociaciones de usuarios de riego y la CNA han emprendido diversas acciones de tecnificación en los distritos de riego. Con el objeto de mejorar la operación, los procedimientos de medición del agua y el riego parcelario, en el distrito de riego 005 Delicias, Chih., el IMTA, en colaboración con el distrito de riego y con los técnicos de las asociaciones de usuarios, efectuó durante el ciclo agrícola 2002-2003, un programa de asistencia técnica para aplicar el sistema de pronóstico de riego en tiempo real *Spriter* en los módulos del distrito y supervisar la distribución del agua. Se calibraron y validaron ocho estaciones climatológicas instaladas en el distrito y se integraron las bases de datos agrológicas, climáticas y de cultivos para los 12 módulos de riego. El sistema de



EVALUACIÓN DE SISTEMAS DE RIEGO, DISTRITO DE RIEGO 005 DELICIAS, CHIHUAHUA

cómputo se encuentra instalado en dichos módulos para iniciar el pronóstico del riego desde el principio del ciclo 2003-2004, utilizando coeficientes de cultivo de otras zonas de riego. Durante este ciclo agrícola se establecerán parcelas de seguimiento para determinar dichos coeficientes en los principales cultivos. Con el fin de supervisar la distribución del agua entre las sociedades de responsabilidad limitada y los módulos, se determinaron las eficiencias de conducción en las unidades Conchos y San Pedro, y las eficiencias globales al interior de los módulos. Durante el ciclo agrícola 2002-2003 se tecnificaron 2,308 ha con sistemas de riego parcelario de baja y alta presión y se revistieron de concreto 71.84 km de canales laterales. Con este conjunto de acciones se estima que la eficiencia global del distrito pasaría de 29.9 a 33.2%, con lo cual se logrará una recuperación de 18 millones de m³ por año, si la disponibilidad de agua fuera de 500 millones de m³ en ese mismo periodo.

Para ayudar a resolver la problemática de uso del agua de los ríos Atoyac y Nexapa en Puebla y del río Mixteco en Oaxaca, a solicitud de la SGO de la CNA el IMTA organizó el establecimiento de la Asociación Civil Nexapeños del Norte, con 31 unidades de riego, y la Asociación Civil Cañeros de Izúcar, con 16 unidades, ambas en Puebla. Dichas asociaciones constituyeron la Sociedad de Responsabilidad Limitada Usuarios Río Atoyac-Nexapa con 8,462 ha y 12,860 usuarios. En Oaxaca se formaron dos asociaciones: la Asociación Civil de Usuarios del Sistema de Riego Yosocuta de Lázaro Cárdenas se constituyó con ocho unidades de riego

del sistema Tonalá-Los Nuchita con 1,648 ha y 845 usuarios; y en el sistema de riego Zocoteaca, con ocho unidades se constituyó la Asociación de Usuarios Límite Ejidal de San Nicolás Hidalgo, para agrupar a 603 usuarios con 1,782 ha. Para cada asociación se elaboraron los reglamentos de operación, conservación y administración, y los estatutos civiles y sociales. Para capacitar a los directivos y a los usuarios de las asociaciones formadas en la gestión de sus unidades de riego, se realizaron 29 eventos de entrenamiento en organización, operación, conservación y administración, a los cuales asistieron 623 personas de Puebla y 425 de Oaxaca.

Conservación de cuencas

Con el propósito de disminuir y controlar la erosión hídrica en las partes altas de la cuenca Valle de Bravo, que propicia el azolve y la contaminación de los cuerpos de agua, en colaboración con el organismo operador de Valle de Bravo y con la CNA se establecieron 45 módulos demostrativos con prácticas de terrazas de formación paulatina con frutales, pino navideño, especies nativas y cultivos de cobertera con avena, y praderas en las áreas agropecuarias. Además, estos módulos se utilizaron para difundir dichas prácticas y capacitar a 240 productores de comunidades vecinas. Con el objeto de expandir estas experiencias a la región del Alto Río Lerma, los representantes de los organismos operadores de Rayón, Chapultepec y San Antonio La Isla, Méx., y la CNA, solicitaron al IMTA establecer módulos demostrativos con prácticas conservacionistas con el fin de propiciar la infiltración y la recarga de acuíferos en la subcuenca Laguna de Chignahuapan. En el área dominada por la laguna se establecieron 21 módulos demostrativos, en los cuales se aplicó surcado al contorno con contreo, zanjas de infiltración y cultivos de cobertera. Con estos módulos se capacitó a 35 productores cooperantes de los tres municipios.

A solicitud del gobierno de Michoacán y de la delegación de la Sagarpa, se elaboró el mapa estatal de microcuencas a partir de las cartas topográficas 1:50,000 que cubren el estado. La información cartográfica proporcionada por el INEGI se



ORGANIZACIÓN DE UNIDADES DE RIEGO



TERRAZAS EN CONTORNO EN PARCELA DEMOSTRATIVA



ESTUDIO PRODUCTIVO, DISTRITO DE RIEGO 037 CABORCA, SONORA

analizó mediante el SIG-Cuencas y se identificaron 1,690 microcuencas de entre 1,000 y 6,000 ha. Esta información sirvió de base a la Comisión Intersecretarial de Desarrollo Rural Sustentable para homogeneizar las unidades territoriales y la aplicación de acciones en el sector rural. De igual forma, se elaboró el Plan para la Conservación y Manejo Participativo de la Microcuenca Mariposa Monarca, para implementarse en una superficie de 7,200 ha, en donde se encuentran las comunidades de Trojes, Ocampo, Emiliano Zapata, Cerro Prieto, Asoleadero, San Cristóbal, El Paso y El Rosario, Mich., en cuya zona se identificó la problemática agrícola, pecuaria, forestal y socioeconómica. En colaboración con técnicos de la Sagarpa, la Sedagro, el Firco, los comisariados ejidales, la Comisión Forestal de Michoacán y la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca se identificaron alternativas para impulsar el desarrollo de la microcuenca. Estas propuestas se presentaron y entregaron a las comunidades para su gestión.

En el distrito de riego 037 Caborca, Son., la sobreconcesión de agua ha provocado el abatimiento del acuífero, el deterioro de la calidad del agua y el abandono paulatino de la actividad agrícola en casi 35,000 ha desde la creación del distrito en 1964. El distrito tuvo una primera concesión de

789 millones de m³ anuales, la cual se propuso reducir a 300 millones para 2005. Sin embargo, ante el constante abatimiento y dado que la recarga total anual del acuífero es de sólo 150 millones de m³, la asociación de usuarios solicitó al Instituto realizar un estudio social, económico y productivo para identificar criterios de decisión para la cancelación de derechos que permitan estabilizar el acuífero. En colaboración con la asociación de usuarios se aplicaron encuestas a ochocientos propietarios o representantes de los sistemas de producción, quienes informaron sobre su situación financiera y crediticia, sus acreedores y adeudos, los tipos de sistemas de riego, costos y rendimientos de sus sistemas de producción, el estado de los pozos, los inventarios y el valor de la infraestructura y maquinaria y la disposición a vender, entre otros. Con base en indicadores de calidad del agua, de profundidad estática, de tecnificación de los sistemas productivos, de rentabilidad de los cultivos, del estado de operación de los bombeos y de la disposición del productor, se asignaron valores para cuantificar índices de posibilidad de reducción de concesiones. La cuantificación de estos indicadores permitió identificar 394 pozos con posibilidad de cesión de derechos de un total de 801, lo que permitiría dejar de bombear un volumen de 150 millones de metros cúbicos anuales.

