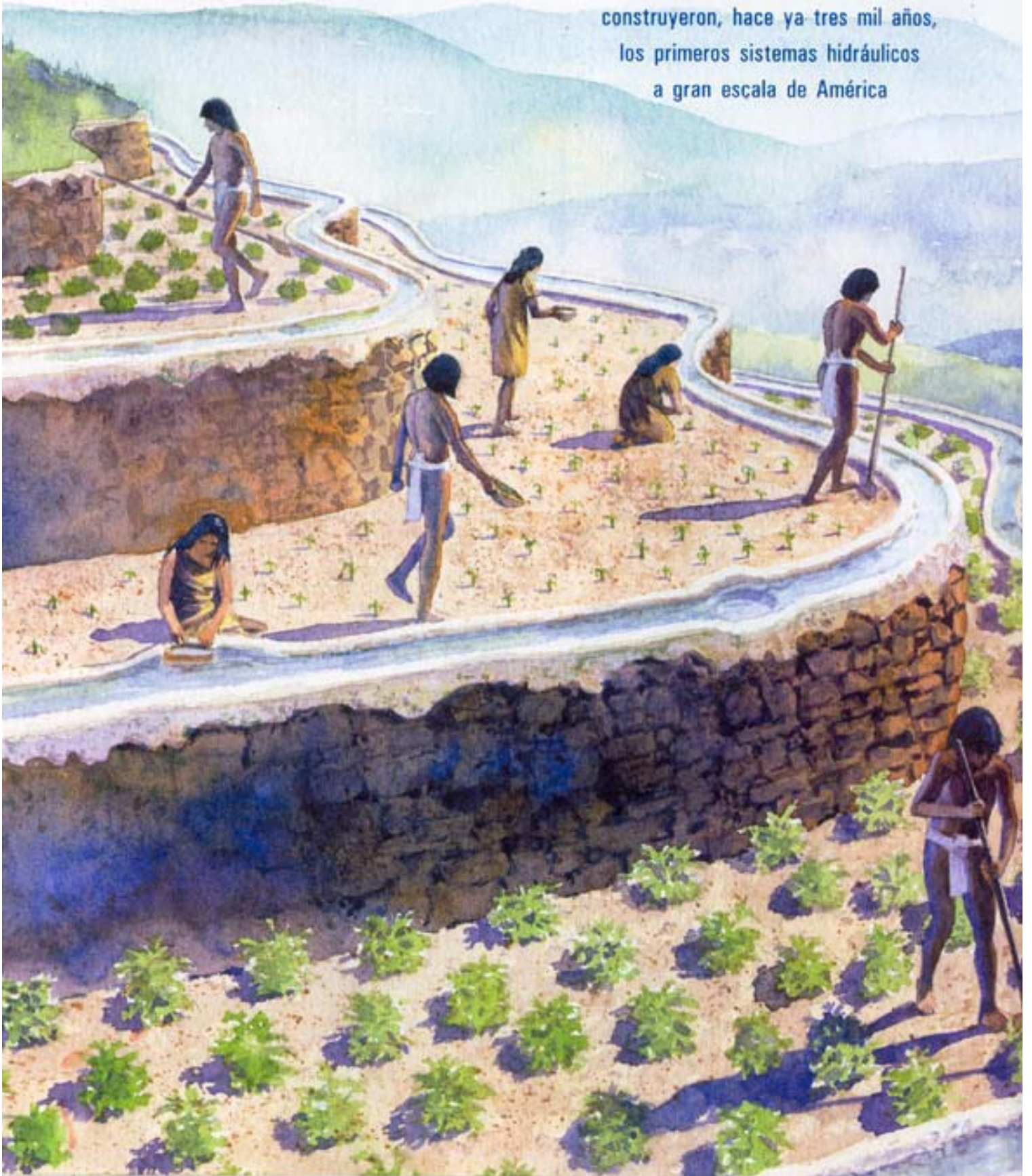


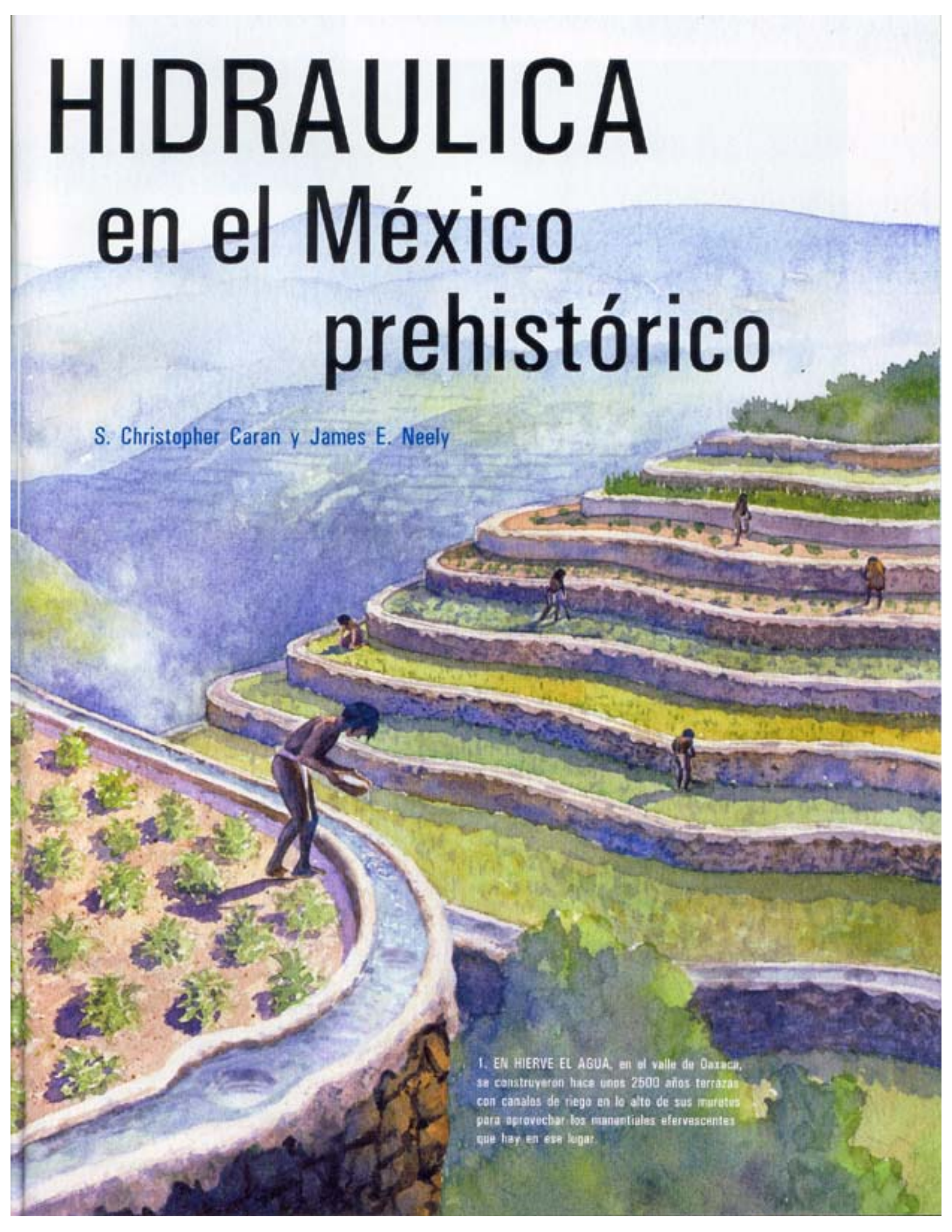
INGENIERIA

Los precursores de los aztecas
construyeron, hace ya tres mil años,
los primeros sistemas hidráulicos
a gran escala de América



HIDRAULICA en el México prehistórico

S. Christopher Caran y James E. Neely



1. EN HIERVE EL AGUA, en el valle de Oaxaca, se construyeron hace unos 2500 años terrazas con canales de riego en lo alto de sus muretes para aprovechar los manantiales efervescentes que hay en ese lugar.

Ingeniería Hidráulica en el México Prehistórico.

Por: S. Christopher Caran y James E. Nelly.
Investigación y Ciencia, Diciembre 2006

Los agricultores prehistóricos del sur de México debieron de anhelar un milagro. El clima tropical hacía que los fértiles valles de la región fuesen casi ideales para el cultivo, a pesar de hallarse a poco menos de 2000 metros de altitud; las intensas lluvias aseguraban cosechas abundantes durante los seis meses de la estación monzónica. Tan favorables condiciones hicieron de esta región la cuna de la agricultura del Nuevo Mundo y el suelo natal del maíz. Pero aquellos campesinos primitivos tenían que afrontar una limitación crucial: durante medio año, el tiempo era demasiado seco para cultivar. Si dispusieran de agua durante todo el año, sus campos, que roturaban a mano, les proporcionarían dos -e incluso tres- cosechas anuales. Mas, ¿cómo obtener esa agua?

La solución no llegó de un milagro, sino de una maravilla del ingenio humano, de obras de ingeniería a gran escala, pensadas para almacenar y transportar agua. Su construcción, de cuyos modestos orígenes apenas quedan rastros, fue progresando gradualmente hasta alcanzar una escala monumental. La presa de Purrón, por ejemplo, construida en el valle de



2. DURANTE EL PERIODO PREHISTORICO se construyeron sistemas de gestión del agua en varias regiones repartidas por el sur de México. El más antiguo de los ejemplos conocidos, un pozo en San Marcos de Necoxtla, tiene 10.000 años de antigüedad. La construcción de sistemas continuó hasta la llegada de los europeos.

Tehuacán hacia 750 a.c., tenía una longitud de 400 metros, 100 de anchura y su alzado era de casi 25 metros. Los obreros transportaron a mano, a razón de unos cuantos kilos en cada viaje, unos 2,64 millones de metros cúbicos de tierra. Es probable que esta presa fuese la mayor estructura de retención de agua de América hasta el siglo xviii. Los antiguos ingenieros construyeron en sus alrededores miles de kilómetros de canales y acueductos, que precedieron en dos milenios la llegada de los europeos a México. Desviaron y canalizaron las aguas de manantiales y avenidas, las condujeron a través de las divisorias de escorrentía y las hicieron contornear cañones o bajar por empinadas laderas. Otras ingeniosas obras recogían el agua de lluvia en edificios y plazas. Los pueblos del México meridional sacaron provecho de todas las formas de aprovisionarse de agua que ofrecía su entorno.

i Los agricultores prehistóricos del sur de México tenían que afrontar todos los años una sequía de seis meses.

m Para lograr sus cosechas anuales, los campesinos desarrollaron ingeniosos procedimientos de transporte del agua hasta los huertos. Crearon represas, pozos, canales, acueductos y terrazas de cultivo.

i Dos de esos sistemas de riego dan fe de la capacidad de aquellos ingenieros: una red de canales en el valle de Tehuacán y un sistema de terrazas en el valle de Oaxaca regadas desde canales construidos en lo alto de los muretes de contención.



3. **TODAVIA SON VISIBLES** en Hierve el Agua los restos de los antiguos huertos aterrazados, que en la fotografía contornean la charca de un manantial de aguas efervescentes.

Muchas de aquellas estructuras de recogida y riego sobrevivieron en un estado excelente durante 1500 años, si no más; en ciertos lugares hasta casi 3000, lo que atestigua la excelencia de su diseño y construcción. Tales proezas serían extraordinarias desde cualquier punto de vista, pero resultan todavía más notables teniendo en cuenta que los constructores carecían de herramientas de metal, de transporte rodado y de animales de tiro. Los restos más antiguos que han sobrevivido dejan ver un muy alto grado de innovación técnica y hacen sospechar que debió de existir un sistema muy elaborado de administración y mantenimiento de esta masiva infraestructura. Se han descubierto Sistemas prehistóricos de gestión del agua en buen número de localidades mexicanas; un examen atento de un par de ellas -los grandes canales del valle de Tehuacán y la fantástica red de riego en terrazas del valle de Oaxaca- arrojará luz sobre el ingenio de los antiguos ingenieros hidráulicos.

La investigación moderna de estos dos yacimientos dio comienzo a finales del decenio de 1960 y principios del siguiente, en sendas excavaciones dirigidas por dos figuras legendarias de la arqueología, Richard S. MacNeish (apodado "Scotty") en el valle de Tehuacán y Kent V. Flannery en el de Oaxaca. Uno de los autores (Neely) era a la sazón un joven que acababa de terminar la carrera y tuvo el privilegio de participar en ambos estudios.

Ninguna de aquellas excavaciones estaba enfocada al estudio de la gestión hidráulica; a pesar de la evidente importancia de tales sistemas, tras unas someras evaluaciones hubo un prolongado hiato. Sin embargo, la fascinación de Neely por el agua fue persistente. Veinte años después, invitaba a un geólogo (Caran, coautor de este artículo) a sumarse a un análisis más exhaustivo de aquellas obras hidráulicas. Sus hallazgos, como se verá, resultaron asombrosos.

Canales, acueductos y tecoatles

La red de canales del valle de Tehuacán, en el sur de México, resultó ser el mayor de los sistemas de gestión hidráulica prehistórica del Nuevo Mundo. Estos canales suman más de 1200 kilómetros de longitud. Suministraban agua a 330 kilómetros cuadrados de tierra cultivable —una región cuyo tamaño es casi el de la franja de Gaza—, y ello hace más de 2500 años. Los regantes creaban canales excavando un surco en el suelo; debían de construir pequeños caballones a cada lado. Cada canal se surtía de un punto situado en zonas más elevadas y conducía el agua hasta campos más abajo, siguiendo a menudo una trayectoria sinuosa para mantener un ligero gradiente de 2 grados o menos.

Casi toda el agua de riego se tomaba de grandes manantiales. Era rica en minerales disueltos, especialmente, en calcita, que es una forma de carbonato de calcio. Estos minerales, al

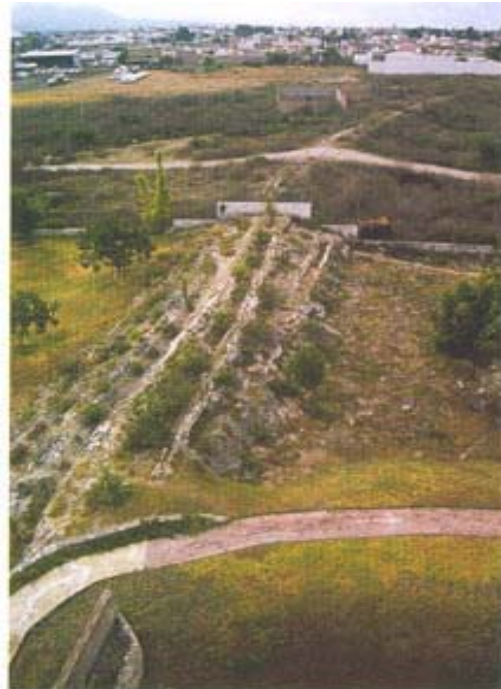
depositarse en los canales, contribuían a su conservación, revistiéndolos de un recubrimiento impermeable, pero a la larga acababan amenazando su supervivencia. Al tiempo que el agua de las fuentes fluía por los canales, la evaporación y los cambios de temperatura provocaban que los compuestos en disolución se concentrasen tanto, que en la superficie interior del canal se depositaba una delgada película de minerales cristalizados. La contribución mineral de cada litro de agua era diminuta, pero es probable que el gasto de algunos de los grandes canales superase los 500 metros cúbicos diarios. Una capa tras otra se sedimentaba y endurecía, formando un revestimiento pétreo de travertino calcáreo, un material similar al de las estalactitas y las estalagmitas de las cuevas. Estos estratos se iban acumulando a razón, por término medio, de un centímetro al año, es decir, un metro en cada siglo.

La sedimentación fue tan amplia que muchos de los canales empezaron a cegarse. No obstante, el flujo continuó, porque el travertino se depositaba no sólo en el lecho del canal, sino también allí por donde el agua se desbordase. En consecuencia, las paredes del canal se fueron elevando, formando diques que por lo general conservaban el agua en su seno, incluso por encima del nivel del suelo. El agua continuaba desbordándose en ocasiones, depositando al hacerlo capas minerales situadas fuera del canal primitivo. De esta forma, lo que inicialmente fue un pequeño canal excavado en el suelo se convertía en una loma de hasta 5 metros de altura y de 30 metros de anchura en su base, con un canal que corría a lo largo de su cresta. Ayudado, posiblemente, por mantenimientos periódicos, el canal conservaba su sección transversal en U y seguía elevándose y funcionando.

La naturaleza pétreo y las formas alargadas y sinuosas de estos canales "fósiles" debió de inspirar el nombre que recibieron en la lengua azteca: Tecoaatl, o "serpiente de piedra". Esas tecoaatles, que podían tener varios kilómetros de longitud, transformaron el paisaje, creando barricadas que afectaron a la alineación de los caminos y la planificación de villas y ciudades desde los tiempos prehistóricos y el período de la colonización española hasta nuestros días.

En los lugares donde no era posible construir canales (en laderas demasiado inclinadas, por ejemplo), los regantes idearon canales alzados sobre el suelo —acueductos—, contruidos con

piedras sin sujeción de mortero y con tierra compactada. En comparación con los acueductos romanos más o menos coetáneos, se trataba de estructuras bastante simples, pero no por ello menos eficaces.



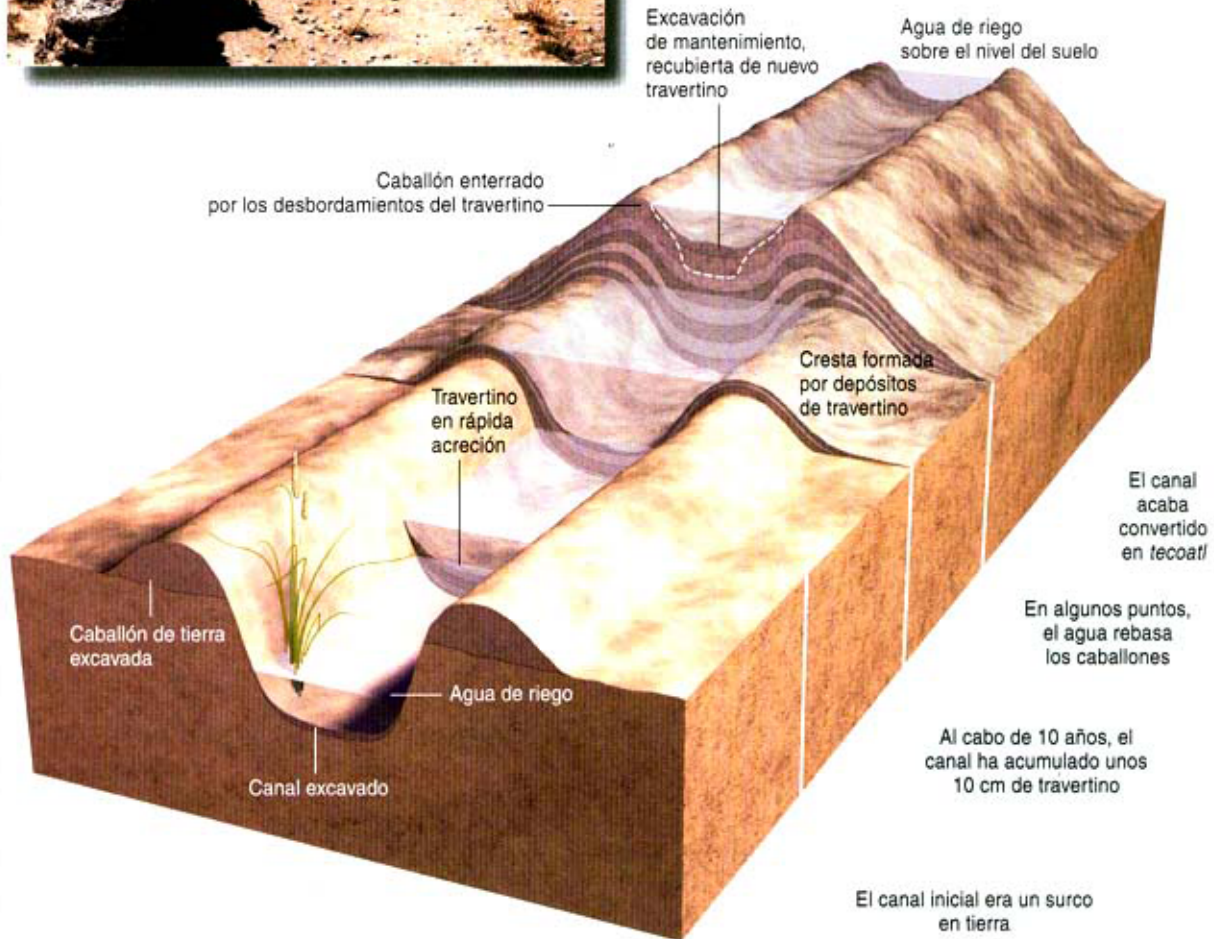
4. TRES TECOATLES PARALELAS las dos más pequeñas son ramales que iban hasta antiguos huertos cercanos. La tecoaatl principal, todavía no excavada, que se observa al otro lado de la pared blanca del centro, corre hacia lo que es hoy el centro de la ciudad de Tehuacán.

Tenemos un ejemplo interesante en el cañón del río Xiquila. Este lugar cuenta con dos acueductos, a distinta altura sobre el río. Ambos tenían una anchura aproximada de un metro y un gradiente casi constante, a pesar de las paredes irregulares del cañón. La edad de estas estructuras se ha determinado gracias a fragmentos de cerámica de tipo y antigüedad conocidos. El acueducto situado a menor altura, que mide un kilómetro de longitud, se construyó hacia el 400 de nuestra era y se eleva entre 4 y 12 metros sobre el río. Este segmento sufría por las riadas y corrimientos de tierra y fue abandonado hacia el año 700. El acueducto superior, construido por esa época, se alzaba entre 20 y 22 metros sobre el río y tenía una longitud de más de 6 kilómetros. Estuvo en

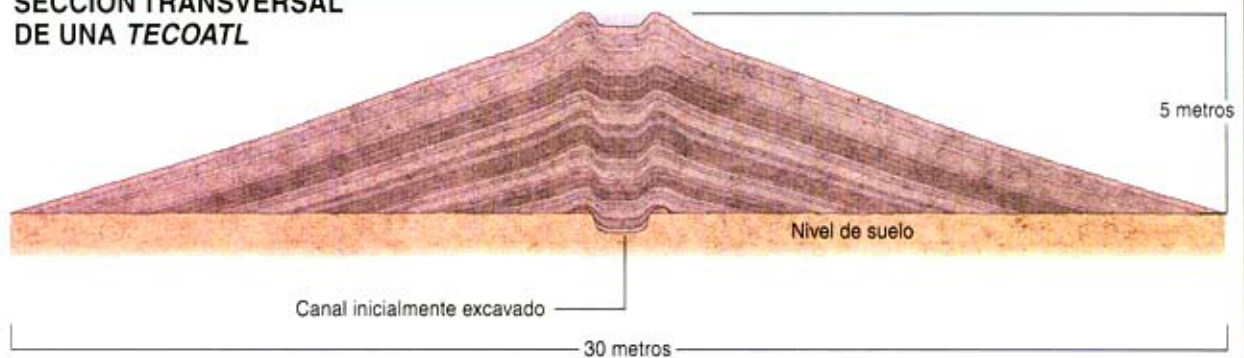
LA FORMACION DE UNA *TECOATL*



La *tecoatl* —la “serpiente de piedra”— es una de las miles que cruzan en todas direcciones el valle de Tehuacán (*fotografía*). Cada *tecoatl* se originó a partir de un canal excavado en el terreno (*diagrama*). Al fluir por el canal el agua de los manantiales, se decantaban depósitos calcáreos que acabaron formando una sedimentación de tanto espesor, que el nivel del agua del canal se encontraba más alto que el suelo. A pesar de este cambio, las *tecoatles* siguieron funcionando; llegaron a elevarse hasta cinco metros en algunos puntos, con anchuras de 30 metros en su base; estas crestas sinuosas tenían hasta 15 kilómetros de longitud.



SECCION TRANSVERSAL DE UNA *TECOATL*



servicio hasta 1540 por lo menos. Estos acueductos transportaban cantidades no muy grandes de agua de manantial y no llegaron a fosilizarse.



Algunas construcciones modernas han dañado parte del antiguo canal.

Los canales que sí se fosilizaron nos

proporcionan una historia indeleble de la forma en que se utilizaron y del ambiente en que funcionaron. En las capas de travertino se hallan atrapados abundantes restos de algas acuáticas, diatomeas y musgos, así como plantas de humedal mucho mayores, que crecieron dentro o a lo largo de los canales. Al tratarse de organismos sensibles a los cambios en las condiciones ambientales, podemos hoy reconstruir la composición química del agua, su carga de nutrientes, la velocidad con que fluía y su claridad. El travertino ha conservado también pólenes de plantas cultivadas en las huertas cercanas, y así podemos saber que los canales servían para la irrigación de maíz, pimientos y tomates. La amaranta, o se plantaba —hoy se cultiva, y muy posiblemente también en los tiempos antiguos—, o crecía

silvestre en los contornos de los campos, Juncos y cañas prosperaban a lo largo de los canales — sin necesidad de cultivarse—; los antiguos campesinos quizá recolectaron estas plantas útiles como alimento, por sus fibras o para astas de flecha.

Dado que los canales creaban un hábitat acuático artificial muy dispar de sus alrededores semiáridos. Podemos tener la seguridad de que las plantas acuáticas que componen la mayoría de los restos orgánicos del travertino eran coetáneas con el período de utilización del canal. La materia orgánica conservada nos ha concedido una notable oportunidad: aplicar el método de datación por carbono radiactivo, que se basa en características del carbono procedente de organismos vivos, para determinar directamente la edad de los canales. De ordinario, la edad de los sistemas hidráulicos de la antigüedad, ha de inferirse a partir de los asentamientos humanos y de los artefactos que se encuentren en sus cercanías, método plagado de ambigüedades, porque no siempre es evidente que esos indicadores cronológicos pertenezcan a una misma época. Los análisis mediante carbono radiactivo resolvieron este problema; demostraron que algunos de los



5. SE CREE QUE LA PRESA DE PURRON (en la parte inferior derecha de la fotografía) es la mayor estructura de retención de aguas construida en América antes de la llegada de los europeos. La construcción comenzó en 750 a.C. y continuó intermitentemente hasta alrededor del año 1150 de nuestra era. En esa época la presa se alzaba casi 25 metros y tenía una longitud de unos 400 metros. El hombre que vemos frente a la erosionada cara sur de la presa (fotografía de la derecha) mide más de 1,80 m.

canales se construyeron en 800 a.C. y que los trabajos en esas estructuras prosiguieron hasta los primeros decenios del siglo xvi.

Regadío de las terrazas

A unos 170 kilómetros al sureste del valle de Tehuacán, en las montañas del extremo meridional del valle de Oaxaca, existe un yacimiento arqueológico, muy notable, que ilustra el ingenio y la adaptabilidad de los ingenieros hidráulicos prehistóricos de México. En el lugar llamado Hierve el Agua, el regadío permitió la agricultura continuada durante dieciocho siglos cuando menos, desde 500 a.C. hasta 1350. El agua de riego era suministrada por varios manantiales perennes de flujo poderoso, dotados además de propiedades poco corrientes. A pesar de su nombre, las aguas de Hierve el Agua no están calientes; son, en cambio, aguas naturales carbónicas, como el agua de Vichy. El agua carbónica natural contiene en disolución una cantidad elevada de dióxido de carbono gaseoso, procedente del magma subterráneo, de la metamorfosis de las calizas o de otros procesos complejos. El agua en lo más profundo del subsuelo, se encuentra confinada a una enorme presión, que mantiene al gas en disolución, lo mismo que un recipiente hermético mantiene a presión las bebidas carbónicas.

En Hierve el Agua, las fracturas de la roca proporcionan vías de escape por donde emerge rápidamente hasta la superficie el agua subterránea. Esta rápida emersión provoca la descompresión súbita del gas. El agua hace efervescencia espontáneamente, liberando grandes burbujas de gas que provocan pequeños geiseres; el agua del manantial se agita como si hirviera. El dióxido de carbono en disolución es responsable también de la acidez del agua del manantial, que descompone el lecho rocoso, predominantemente calcáreo. La caliza, lo mismo que el travertino del valle de Tehuacán, está compuesta por calcita. El agua del manantial de Hierve el Agua contiene en disolución concentraciones elevadas de iones de calcio y de bicarbonato. Por este motivo, las capas de travertino depositadas por el agua han preservado los registros arqueológicos de Hierve el Agua de forma muy similar a como hicieron en el valle de Tehuacán.

Un lugar donde el agua fría parece hervir tuvo que despertar la curiosidad de los habitantes de

la región, que descubrieron que podían utilizar el agua para regar durante meses, cuando pasados los monzones faltaba la lluvia. Sin embargo, las pronunciadas pendientes justo debajo del manantial no tienen la capa de tierra necesaria para el cultivo, por lo que los agricultores movieron a brazo cinco millones de metros cúbicos de tierra hasta aquel lugar y prepararon casi dos kilómetros cuadrados de huertos en terrazas. Todo indica que debieron de seleccionar la tierra cuidadosamente, tamizándola incluso, con el fin de preparar una textura uniforme y porosa que mejorara el drenaje. Construyeron las terrazas colocando a través de las pendientes desnudas muretes de retención regularmente espaciados, hechos con piedras montadas en seco. Después llenaron de tierra las cavidades definidas por la ladera y las paredes, creando estrechas terrazas a nivel con el borde del murete. Por último, construyeron pequeños canales que discurrían por lo alto de los muretes. En total, construyeron y mantuvieron más de 6500 metros de canalización.

Los canales de los muretes tenían una leve inclinación, lo que permitía derivar agua desde otros canales de suministro, mucho mayores, que corrían directamente ladera abajo desde los manantiales. Otros pequeños canales conectaban los extremos de salida de los canalillos de los muretes y conducían el agua hacia las terrazas situadas más abajo, o devolvían flujo a los canales de suministro. Al pasar el agua por un canal de murete, se remansaba en pequeños cuencos circulares, los potitos, situados cada pocos metros a lo largo del lecho del canal. Los agricultores extraían a mano, mediante pequeños recipientes, el agua de riego para las plantas situadas en una u otra de las terrazas adyacentes. Este tipo de riego se denomina riego a brazo; se sigue practicando en la región.

Una inspección atenta de las terrazas y los canales permite apreciar el ingenio con que fueron concebidos. Gracias al espaciamiento regular y la estrechez de las terrazas se reducía la cantidad de tierra necesaria para crear cada terraza, mientras que la inmediata proximidad de los canalillos de los muretes y los pocitos permitía regar sin demasiado esfuerzo. Incluso en las pendientes más pronunciadas, donde la altura de los muros de retención podía ser de hasta 2,4 metros, la anchura de las terrazas se mantenía bastante constante. La mayoría tenían entre 2,4 y 3 metros de anchura, medida conveniente, pues corresponde a dos veces la

envergadura de una persona de estatura comprendida entre 140 y 170 cm; como hacen ver los restos óseos de la región, éstas eran las estaturas normales de los antiguos campesinos. En la base de cada terraza se hacían pequeños orificios para facilitar el drenaje y la recaptación de la humedad del suelo. El riego a brazo y el adecuado drenaje eran de gran importancia, por estar el agua muy mineralizada. Si la cantidad de agua fuese excesiva o no tuviese un drenaje correcto se producirían rápidamente concreciones calcáreas, la tierra dejaría de ser porosa y se endurecería demasiado para trabajarla a mano o para permitir el crecimiento de las raíces.

El flujo de agua se reconducía sin cesar por toda la red de canales; llegaba agua sólo a los canalillos de muro donde fuera necesaria en cada momento. En consecuencia, ninguno de estos canales llevaba por sí solo agua suficiente para convertirse en una gran teacoatl. Quedaban revestidos, eso sí, de una delgada capa de travertino, que ha preservado muchos de los detalles de su construcción. Particularmente interesante es la ausencia de compuertas o huecos por donde se hubiera podido desviar el agua desde los canales hacia las terrazas en cantidad grande: esas inundaciones habrían dejado las terrazas cubiertas de costras de travertino o infiltradas por ese mineral al cabo de unas pocas aplicaciones. Los agricultores, al adoptar un método de regadío tan eficiente, redujeron la acumulación de minerales en la tierra, al tiempo que minimizaban la cantidad de agua necesaria para la vida de las plantas de cada terraza; aumentaron así la superficie total de irrigación.

El riego se practicaba casi exclusivamente en la estación seca. Durante el resto del año, el agua de la lluvia contribuía a limpiar el suelo poroso de los minerales acumulados. Este proceso se facilitaba por la descomposición del material orgánico contenido en el mantillo de la terraza. Tal materia orgánica pudo haber estado compuesta, además de los rastros no recolectados, los excrementos humanos y otros desechos domésticos, que se mezclaban con la tierra de forma sistemática para mantener la fertilidad del suelo.

También encontramos que se utilizaron restos domésticos para corregir el suelo: hay fragmentos de cerámica de distintas épocas enterradas en la tierra de las terrazas, en orden

cronológico, desde el fondo hacia lo alto del relleno. En ocasiones resulta posible la datación directa de los recipientes de cerámica mediante técnicas de radiocarbono; o la indirecta, por sus formas, motivos y colores, si es de un tipo que ha sido hallado antes en un yacimiento de cronología establecida. Además de proporcionar un registro del proceso de eliminación de desechos, la cerámica de Hierve el Agua ofreció el beneficio arqueológico adicional, no pretendido, de definir cuáles eran los tipos de recipientes utilizados a diario y, por consiguiente, con mayor probabilidad de que se rompieran. Pudimos saber así que los trabajadores del campo se deshacían de desperdicios que incluían tanto cerámicas bastas de uso diario como otras "vajillas" más finas, mientras que los recipientes de gran calidad se encontraron solamente en un pequeño templo allí erigido.

Los orígenes de una técnica

A primera vista, el establecimiento repentino de un sistema de regadío a gran escala tan desarrollado resulta desconcertante. Pero la ausencia aparente de precursores más modestos obedece, en realidad, a huecos en el registro arqueológico. En 1993 descubrimos el que posiblemente sea el pozo de agua más antiguo del Nuevo Mundo. Tal hallazgo nos revelaba que la administración del agua pudo haber tenido unos albores, aunque fueran embrionarios, mucho más antiguos de lo que hasta entonces se suponía. Debió de ser excavado hace unos 10.000 años. Con una profundidad de unos 5 metros respecto al primitivo nivel del suelo y un diámetro de 10, quedó posteriormente enterrado. Pudo haber estado en servicio durante unos 2000 años. El pozo se encuentra en San Marcos Necoxtla, pueblo del valle de Tehuacán; precedió a la implantación de la agricultura en el Nuevo Mundo. Aunque lo más probable es que no se utilizara para el riego, sí da prueba de que la gestión hidráulica en esta región comenzó muy pronto.

No hemos encontrado ejemplos de construcciones hidráulicas en los siglos que median entre la excavación de este pozo y los primeros canales que se han descubierto, cuya antigüedad se remonta unos 3000 años. Durante ese período se excavaron, a buen seguro, pozos más pequeños, represas para desviar agua de los riachuelos y otros sistemas sencillos de

aprovisionamiento de agua. Los cultivos más antiguos debieron de recurrir al acarreo manual del agua o a regadíos de pequeña escala mediante canales que no se han conservado o no se han descubierto todavía.



Pero cómo lograron los primeros ingenieros hidráulicos de México trazar, en un suelo irregular, rutas de canalización de muchos kilómetros de longitud, manteniendo gradientes descendentes de menos de dos grados. Una construcción tal sería imposible en nuestros días sin instrumental topográfico de precisión. Los antiguos egipcios se valieron de niveles y de barras calibradas para la visualización de grandes distancias. Aunque tales métodos e instrumentos, sencillos pero eficaces, pudieron estar al alcance de los ingenieros mexicanos, carecemos de pruebas directas de que así fuera.

Disponemos de una respuesta parcial acerca de la planificación del sistema de canales. En una remota localidad del valle de Tehuacán, hay una línea de piedras redondeadas que se aleja de un pronunciado recodo de una tecoatl. Esta línea se prolonga pendiente abajo por la cara más corta de una cárcava abierta en una loma y sube por la otra cara hasta un punto ligeramente más elevado, que da a un valle sin canales.

La línea de piedras pudo haber sido un "anteproyecto" para la futura construcción de un canal. Para que el agua alcanzase la cara opuesta

de la cárcava, se habría tenido que realzar la tecoatl existente en al menos un metro, antes de construir el nuevo ramal. Si se hubiera confiado en la acreción normal de travertino, se habría cumplido el objetivo en un siglo; en ese momento los descendientes de los campesinos que empezaron la obra podrían ya añadir al sistema otro tramo de regadío.

Otra de las muchas cuestiones que apasionan a los arqueólogos es la de si estos proyectos fueron desarrollados por usuarios individuales o por una autoridad central. En los años cincuenta, Karl A. Wittfogel formuló la hipótesis de que la explotación y la distribución del agua a gran escala constituirían etapas esenciales para el surgimiento de civilizaciones en cualquier parte del mundo. De acuerdo con tal postulado, sólo las "sociedades hidráulicas" alcanzaron los rasgos que caracterizan a una cultura avanzada, entre ellos una agricultura permanente, la diversidad económica, la confección y mantenimiento de registros documentales y la administración jerarquizada. Una sociedad hidráulica se civilizaba porque una fuente de agua fiable proporcionaba el incentivo y la capacidad para civilizarse.

Pero también parece implícita la proposición recíproca: la construcción y mantenimiento de una extensa infraestructura de gestión del agua podría exigir la atenta mirada de un estado bien organizado. Otras investigaciones han puesto en entredicho ambas proposiciones, señalando que pequeñas entidades sociopolíticas, de laxa organización podrían construir y gestionar sistemas hidráulicos, de modesta escala cuando menos, tal vez en cooperación con organizaciones vecinas similares, sin requerir ninguna autoridad central.

Existen pruebas que respaldan una y otra interpretaciones. Los regadíos modernos del valle de Tehuacán, por ejemplo, están gestionados por sociedades del agua cooperativas, no gubernamentales, que se remontan a tradiciones nativas. Incluso en nuestros días, estos derechos de regadío, sumamente codiciados, suelen tener origen hereditario, práctica que puede seguirse hasta tiempos precoloniales en los códigos aztecas y en los primeros documentos españoles. Cada una de las pequeñas comunidades es responsable del adecuado uso y mantenimiento de su parte de un sistema más amplio de canales, pero la gestión general se efectúa por consenso entre las diversas

comunidades asociadas. Así pues, el sistema funciona tanto local como colectivamente,

El debate sobre la forma en que las sociedades antiguas construyeron y gestionaron sus infraestructuras hidráulicas sigue abierto. No cabe duda alguna, sin embargo, de que el sistema

del México meridional sobresale como una maravilla de la ingeniería y que se cuenta entre los máximos logros de los constructores prehistóricos de cualquier parte del mundo.

Los autores

S. Christopher Caran y James A. Weely comparten desde antiguo un permanente interés por los sistemas prehistóricos de gestión del agua en México y en el Suroeste de los EE.UU. Caran ha sido geólogo de la Universidad de Texas en Austin; en la actualidad preside Quarternary Analysis Laboratories, en Austin. Neely es profesor emérito del departamento de antropología de la Universidad de Texas en Austin; descubrió en los años sesenta y setenta la mayor parte de los sistemas de control del agua mencionados en este artículo. Desde entonces los ha estado investigando, en parte con Caran, a partir de 1988.

Bibliografía complementaria

THE KEEPERS OF WATER AND EARTH: MEXICAN RURAL ORGANIZATION AND IRRIGATION. K. I. Engey Scott Whiteford. University of Texas Press, 1989.

IRRIGATED AGRICULTURE AT HIERVE EL AGUA, OAXACA, MÉXICO. J. A. Neely et al. en *Debating Oaxaca Archaeology*, recopilación de J. Marcus. University of Michigan, Museum of Anthropology, *Anthropological Papers* n.º 84, 1990.

A LATE PALEO-INDIAN/EARLY ARCHAIC WELL IN MÉXICO: POSSIBLE OLDEST WATER-MANAGEMENT FEATURE IN THE NEW WORLD. S. C. Caran et al. en *Geoarchaeology; An International Journal*, vol. 11, n.º 1, págs. 1-36, enero de 1996.

A CONTEXTUAL STUDY OF THE "FOSSILIZED" PREHISPANIC CANAL SYSTEMS OF THE TEHUACÁN VALLEY, PUEBLA, MÉXICO. J. A. Neely en *Antiquity*, vol. 75, n. 289, págs. 505-506;