

GESTIÓN PÚBLICA Y SOCIAL DE LOS RECURSOS NATURALES

INSTITUCIONES, ACTORES Y DESARROLLO

Fernando Pérez Correa
Adriana Sandoval Moreno
Eduardo Torres Alonso
Coordinadores



LA BIBLIOTECA

**GESTIÓN PÚBLICA Y SOCIAL
DE LOS RECURSOS NATURALES.
INSTITUCIONES, ACTORES Y DESARROLLO**

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Enrique Luis Graue Wiechers

Rector

Leonardo Lomelí Vanegas

Secretario General

Luis Agustín Álvarez Icaza Longoria

Secretario Administrativo

Hugo Alejandro Concha Cantú

Abogado General

Socorro Venegas Pérez

Directora General de Publicaciones y Fomento Editorial

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIALES

Carola García Calderón

Directora

Patricia Guadalupe Martínez Torreblanca

Secretaria General

Jesús Baca Martínez

Secretario Administrativo

Elvira Teresa Blanco Moreno

Jefa del Departamento de Publicaciones



**FACULTAD DE CIENCIAS
POLÍTICAS Y SOCIALES**

GESTIÓN PÚBLICA Y SOCIAL DE LOS RECURSOS NATURALES. INSTITUCIONES, ACTORES Y DESARROLLO

Fernando Pérez Correa
Adriana Sandoval Moreno
Eduardo Torres Alonso
Coordinadores



México, 2023

Esta investigación, arbitrada a “doble ciego” por especialistas en la materia, se privilegia con el aval de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México.

Este libro es resultado del proyecto “Gestión pública y social del agua en México”, coordinado por Fernando Pérez Correa, como parte del Programa de Apoyo a Proyectos de Investigación e Innovación Tecnológica (PAPIIT) IN304118 de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Gestión pública y social de los recursos naturales.

Instituciones, actores y desarrollo

Fernando Pérez Correa, Adriana Sandoval Moreno y
Eduardo Torres Alonso

Coordinadores

Primera edición: 6 de abril de 2023

D.R. © Universidad Nacional Autónoma de México
Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, CDMX.
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Circuito Mario de la Cueva s/n,
Ciudad Universitaria, Alcaldía Coyoacán, C.P. 04510, CDMX

D.R. © Ediciones La Biblioteca, S. A. de C. V.
Azcapotzalco la Villa No. 1151, Colonia San Bartolo Atepehuacan,
Alcaldía Gustavo A. Madero, C. P. 07730, CDMX
Tel. 55-6235-0157 y 55-3233-6910,
Email: contacto@labiblioteca.com.mx

ISBN UNAM: 978-607-30-7474-2

ISBN EDITORIAL: 978-607-8916-05-4

Diseño: Fernando Bouzas

Corrección de estilo y cuidado de la edición: Clara Isabel Martínez Valenzuela

Queda prohibida la reproducción parcial o total, directa o indirecta, del contenido de la presente obra, sin contar previamente con la autorización expresa y por escrito de los editores, en términos de lo así previsto por la Ley Federal del Derecho de Autor y, en su caso, por los tratados internacionales aplicables.

Impreso y encuadernado en México

Printed and bound in México

ÍNDICE

Presentación	9
<i>Fernando Pérez Correa</i>	
Instituciones, gestión comunitaria y rendición de cuentas	13
<i>Adriana Sandoval Moreno</i>	
Gestión pública e instituciones. Una aproximación	27
<i>Eduardo Torres Alonso, Andrea Samaniego Sánchez</i> <i>y Diego Cornejo Cachay</i>	
La tradición sobre la Ley. Los sistemas consuetudinarios de pesos y medidas en el estado de Oaxaca	39
<i>Nimcy Arellanes Cancino</i>	
Relevancia sociocultural del bosque de galería del río Fuerte por pobladores ribereños	55
<i>Estuardo Lara Ponce, Hugo Humberto Piña Ruiz</i> <i>y Salvador Sampayo Maldonado</i>	
Gestión pública y social de la geotermia en México	73
<i>Ruth Esther Villanueva Estrada, Isabel Pérez Martínez y</i> <i>David Alejandro Rocha Ruiz</i>	

Presentación

*Fernando Pérez Correa**

En la actualidad, los problemas ambientales han disparado las alertas en distintas sociedades ya que las consecuencias de éstos son variadas y las poblaciones afectadas también son distintas. Para enfrentar los problemas se requiere, necesariamente, el componente institucional que se materializa en la acción de gobierno, es decir, en políticas públicas. Por ello, hay que tener en consideración la intervención de múltiples esferas: ambientales, económicas, sociales, políticas y culturales, incluso, de aquella de carácter axiológico. La respuesta a los problemas que hayan sido incorporados a la agenda de atención requiere el concurso de los poderes públicos, de los diferentes niveles de gobierno, de la sociedad y, en algunos casos, de organismos multilaterales. Los problemas borran las fronteras burocráticas, como las que separan municipios, estados o países, y las intervenciones deben ser amplias y colaborativas para detener y revertir los daños.

Precisamente, por las consecuencias diferenciadas, se necesita que especialistas en distintas disciplinas participen en la propuesta de solución con una visión de corto, mediano y largo plazos, tomando en cuenta la gravedad del problema. Es decir, la solución del problema debe ser producto del diseño, implementación y evaluación de una política pública, y los problemas ambientales deben ser entendidos como asuntos públicos,

[...] se caracterizan por presentar las siguientes dimensiones: su origen, su carácter espacial y temporal, y el riesgo e incertidumbre asociados a su solución [...]. El origen se refiere a que los problemas ambientales pueden surgir por causas naturales, por actos del hombre o por combinación de ambos. Dependiendo del origen será su naturaleza y el nivel de control que tiene el ser humano para influir en su solución.

La segunda dimensión, su carácter espacial, hace referencia a que los problemas ambientales se extienden sobre distintas escalas, que van de lo local a lo global. Los primeros pueden ser más fáciles de observar, analizar y obtener el consenso necesario para definir el rumbo deseable de la acción para resolverlos. En contraste, los globales, además de ser a veces verdaderos rompecabezas científicos a causa de las dificultades para observarlos y analizarlos de un modo no ambiguo, plantean complicaciones con respecto a la obtención de consenso necesario en el propio curso de la acción para atenderlos. [...]

* Facultad de Ciencias Políticas y Sociales y Seminario Universitario de Estudios sobre Sociedad, Instituciones y Recursos, Universidad Nacional Autónoma de México.

El tercer continuo, su carácter temporal, se refiere a que los problemas ambientales pueden ser de corto o largo plazo, y sus efectos graves o crónicos. Las consecuencias graves a corto plazo usualmente adoptan proporciones críticas y producen respuestas inmediatas y de reacción, mientras que los crónicos a largo plazo fomentan un acercamiento para su solución del tipo “esperar a ver qué pasa”. El riesgo e incertidumbre asociados con su solución, representan la última dimensión y se refieren a que las causas y efectos de los problemas raras veces se conocen con certeza, por lo tanto siempre hay cierta cantidad de riesgo involucrado al ignorarlos o abordarlos (Rosas Huerta y Valdés Loza, 2017: 44).

En este sentido, la aproximación a los problemas públicos debe hacerse considerando los aspectos mencionados en la cita anterior, además de los recursos humanos, materiales y financieros existentes. La tarea gubernamental es darles solución y, en caso de que no pueda resolverlos por sí sólo, generar alianzas para ello.

Considerando lo anterior, distintas autoras y autores fueron convocados para reflexionar sobre las instituciones y su relación con la gestión pública, en sus diversas expresiones, desde diferentes latitudes y cuerpos disciplinares. La presente obra reúne reflexiones teóricas y análisis de casos con una perspectiva multidisciplinaria, con un eje compartido: la reflexión del papel de las instituciones con relación a la gestión de temas medioambientales y sociales.

Adriana Sandoval Moreno, en su capítulo “Instituciones, gestión comunitaria y rendición de cuentas”, analiza el papel de las organizaciones locales de tipo comunitario responsables de administrar el agua, para identificar el proceso de la gestión del agua y la rendición de cuentas, considerando que la gestión no es homogénea. El aspecto de la rendición de cuentas vinculado a la gestión resulta importante para conocer, así como para generar, políticas y proyectos que ayuden a la resolución de conflictos.

Eduardo Torres Alonso, Andrea Samaniego Sánchez y Diego Cornejo Cachay, en “Gestión pública e instituciones. Una aproximación”, acometen la tarea de ofrecer al público lector, con un lenguaje accesible y con rigor, una exposición sobre el significado de las instituciones y sus tipos (informales y formales), y la manera en que ellas se relacionan con la gestión pública. Al respecto, los autores ponen de relieve la importancia de la participación de la ciudadanía en la atención de los múltiples problemas y la horizontalidad de la gestión pública frente a la verticalidad de modelos burocráticos de naturaleza no democrática.

“La tradición sobre la Ley. Los sistemas consuetudinarios de pesos y medidas en el estado de Oaxaca”, es el título del trabajo elaborado por Nimcy Arellanes Cancino quien, con el recurso a la historia, analiza un aspecto sustantivo de la vida comunitaria: los pesos y las medidas en el comercio. La actividad comercial tiene sus propias reglas –instituciones– escritas y no escritas, siendo más influyentes

las segundas en tanto que son los participantes en los intercambios quienes las adoptan y modifican. La forma de identificar la medida de un producto refleja un acuerdo entre quienes venden y quienes compran. De esta manera, el mercado, centro de intercambio por excelencia de la sociedad, es, en sí mismo, una institución que ha perdurado y se ha adaptado a los tiempos y circunstancias y, con ello, el comercio se ha mantenido.

Estuardo Lara Ponce, Hugo Humberto Piña Ruiz y Salvador Sampayo Maldonado, por su parte, en “Relevancia sociocultural del bosque de galería del río Fuerte por pobladores ribereños”, estudian la composición del bosque y los usos que los ribereños le dan. Los bosques impiden el paso al cauce de agroquímicos y productos orgánicos utilizados como insumos agrícolas y desechos agropecuarios. Además, en las zonas aledañas, estos bosques tienen un papel relevante en la anidación de aves depredadoras de roedores e insectos que atacan a los cultivos cercanos. El bosque, no obstante, ha sufrido modificaciones ya que la frontera agrícola se ha alterado, lo que tiene un efecto negativo en la zona. La gestión pública tiene aquí un aspecto medular puesto que la acción antropogénica tiene que ser detenida para evitar la deforestación acelerada y la pérdida de especies animales y vegetales.

En “Gestión pública y social de la geotermia en México”, capítulo elaborado por Ruth Esther Villanueva Estrada, Isabel Pérez Martínez y David Alejandro Rocha Ruiz, se ofrece un análisis del significado, importancia y aplicaciones de la geotermia en el país, siendo un aspecto fundamental en medio de la discusión sobre la viabilidad de continuar utilizando energías fósiles. Además, este tipo de energía, señalan los autores, puede permitir la generación de empleos con proyectos bien focalizados. En suma, la energía geotérmica representa un recurso relevante que tiene el país para ampliar sus fuentes energéticas y contaminar menos.

Finalmente, deseo reconocer el apoyo de la Dirección General de Asuntos del Personal Académico de la Universidad Nacional Autónoma de México por el apoyo otorgado al proyecto de investigación “Gestión pública y social del agua en México”, con clave IN304118. Asimismo, expreso mi agradecimiento a la Rectoría y a la Secretaría de Desarrollo Institucional de la UNAM por el respaldo brindado al Seminario Universitario de Estudios sobre Sociedad, Instituciones y Recursos.

Referencias

Rosas Huerta, A. y Valdés Loza, S. (2017). Dimensiones y componentes institucionales en los problemas ambientales. En Sotelo Núñez, E. I. y Rosas Huerta, A. (Coords.). *Políticas públicas y medio ambiente* (pp. 41-59). México: Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco.

Instituciones, gestión comunitaria y rendición de cuentas

*Adriana Sandoval Moreno**

Introducción

El abasto de agua para satisfacer las necesidades humanas se ha tornado más complejo y con diversos matices entre países y entre las zonas ecosistémicas que caracterizan las fuentes de agua. Esta complejidad se ve reflejada en dificultades para gestionarla cuando existen conflictos entre usos como el agrícola, hidroeléctrico, minería e incluso el agua potable. Condiciones como la contaminación y escasez de agua, afectan a amplios sectores rurales y urbanos, al no tenerla de manera segura ni constante para cubrir las necesidades básicas. En lo que se refiere a las aguas residuales, todavía hay rezagos para sanearla y ponerla a disposición para otros usos en forma segura para las especies vivas.

Desde la gestión del gobierno, en el sector hídrico han resultado escenarios contraproducentes como es el sobreconcesionamiento y sobreexplotación de las aguas subterráneas, así como la contaminación de gran parte de los ríos, además de la insuficiente capacidad de atención a la demanda incremental de agua en las grandes ciudades, la industria y las actividades agropecuarias. Por otro lado, se identifica una reglamentación deficiente, corrupción, ausencia de mecanismos de gobernanza en la toma de decisiones, planeación sesgada hacia lo económico y tecnológico, falta de coordinación interinstitucional y con la sociedad civil organizada. Todos estos aspectos conjugan un escenario no sustentable, a pesar de que la región de América Latina y el Caribe posee una dotación hídrica media *per cápita* de cerca de 28.000 metros cúbicos al año, mientras que la media del mundo es de 6.000 m³/habitante/año (FAO, 2016, cit. por UNESCO, 2021).

En México, desde finales de los ochenta, la gestión gubernamental del agua fue impulsada por tendencias neoliberales y, para este caso, “se promovió el adelgazamiento del Estado y la privatización de la infraestructura y los servicios públicos, así como cambios en el marco jurídico-institucional sobre el agua (Ávila, 2008: 169). A pesar de que se promovieron innovaciones en la Ley de Aguas Naciona-

* Unidad Académica de Estudios Regionales, Coordinación de Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México.

les de 1992 respecto a la participación social en las cuencas, en la práctica, eran los mismos agentes gubernamentales quienes seguían guardando celosamente el poder en la toma de decisiones sobre las políticas y proyectos de intervención en las cuencas. En lo que se refiere a la gestión del agua potable en los municipios, realizada a través de los organismos operadores de agua potable y saneamiento, en general, esta gestión se distingue más conservadora sobre el control del agua y la cadena de beneficios que acarrea, incluyendo su uso como bandera política y beneficios selectivos, identificados como “oportunismo gubernamental o corrupción” (Pineda, 2008: 124).

La gestión del agua es ejercida por diversos actores con racionalidades heterogéneas. Esta situación ha favorecido actitudes de aprovechamiento de los recursos por quienes ostentan el poder, y sus decisiones devienen en sobreexplotación, contaminación, y una acelerada tasa de extracción que frecuentemente provoca escasez. Es el caso de las grandes firmas agroalimentarias, mineras, grupos económicos que aplican las leyes a modo y líderes económicos con proyectos verdes lucrativos. No obstante, desde lo local, es desencanto, sobreexplotación, contaminación y pobreza, entonces, en los territorios hay procesos de acumulación por desposesión, como lo explica David Harvey (2004). Desde la perspectiva del agotamiento del recurso, esta situación es conocida como la tragedia de los bienes comunes descrita por Garret Hardin (1968). Aunque “la crisis del agua tiene una magnitud planetaria, sus consecuencias son sentidas de manera diferenciada” (Soares y Vargas, 2008: 94).

Este marco nada alentador motiva a cuestionar: ¿Qué peculiaridades tiene la gestión comunitaria del agua? ¿Se pueden identificar mecanismos de gestión enmarcados en sistemas democráticos en cuanto a la toma de decisiones y sostenibles en cuanto a usos, prácticas y resultados? ¿Qué problemática enfrentan los usuarios ante los grandes retos del agua en el mundo?

Este trabajo analiza dos condiciones de las organizaciones locales de tipo comunitario responsables de administrar el agua, sea para consumo humano o para riego: la gestión del agua y la rendición de cuentas. El objetivo es analizar las instituciones de la gestión comunitaria del agua y la rendición de cuentas, sin pretender ser exhaustivos, toda vez que la gestión comunitaria no es homogénea, por el contrario, representa una riqueza en creatividad de respuestas ante los problemas del agua. La rendición de cuentas es un problema que es necesario conocer y entender para generar políticas y proyectos que coadyuven a resolverlos.

En la primera parte se analizan las instituciones comunitarias en la gestión del agua en contextos rurales y en la segunda se trata la rendición de cuentas a través de la teoría del Agente-Principal, la cual resultó útil para explicar el centro de este problema en las organizaciones comunitarias administradoras de agua.

Instituciones comunitarias en la gestión del agua

A finales de los años noventa, los estudios publicados sobre gestión comunitaria y recursos comunes como bosques, agua para riego y para consumo humano, especies de interés para pesca –ya sea de agua dulce como de mar– entre otros recursos naturales, brindaron abundante evidencia de que diversos grupos locales, de tipo comunitario, son capaces de formular sus propias reglas para gestionar los recursos comunes de interés (Ostrom, 2000), sin la intervención de un tercer actor, sea del Estado o de actores no gubernamentales, dando resultados vinculados a escenarios de sustentabilidad, incluso con mecanismos de gestión de larga data (Poteete *et al.*, 2012).

Las instituciones comunitarias son las “reglas de uso que los miembros de las comunidades asumen en los distintos campos de la vida social” (Merino y Hernández, 2004: 177). Las instituciones comunitarias refieren a las reglas y normas socioculturales entre miembros de un grupo o comunidad en el cual se identifican como parte de (y, por tanto, se diferencian de quienes no pertenecen al grupo), construidos bajo códigos de comportamientos que les reconoce y recrea como grupo. Esto es, las pautas de comportamiento ordenan, generalmente, el proceder de los miembros del conjunto o de la comunidad, desde donde se construye su identidad asociada al territorio y un entorno socioecosistémico particular.

Las instituciones comunitarias en zonas rurales de México, similares a las estudiadas en Ecuador y Colombia, podrían considerarse como exitosas al generar sistemas de interacción robustecidos en el manejo sustentable de los recursos comunes. Sin embargo, otra parte de este tipo de organizaciones está enfrentando sendas dificultades para sostener los servicios de agua a las viviendas para consumo humano. En el caso de las organizaciones de riego, en la escala meso y micro, están enfrentando crisis financieras, de acción colectiva e infraestructura obsoleta.

La gestión comunitaria del agua integra diseños operativos de acceso, usos y control del recurso a través de instituciones formales y no formales, los cuales, incluso, pueden tener rasgos de la normatividad estatal o la fomentada por las organizaciones no gubernamentales, para el caso de proyectos de intervención. Los objetivos de cada organización, la manera de agruparse, las características de sus líderes y las maneras de asegurar el cumplimiento de los objetivos es lo que distingue la administración en cada organización.

En localidades rurales frecuentemente el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar es llevado a cabo de manera informal y empírica. Los conocimientos adquiridos, fomentados en las prácticas individuales y colectivas para desempeñar las actividades de extracción, bombeo al cárcamo, cloración (cuando es el caso), almacenamiento, rebombeo, distribución de agua; cobro de cuotas y pago de gas-

tos como es la energía eléctrica y reparaciones del sistema hidráulico, así como del fomento de las acciones colectivas para resolver problemas, limpieza y mantenimiento de la infraestructura o el pago de deudas, permiten que las actividades sociales no se detengan.

Desde otra arista de este potencial de conocimientos, experiencias y cambios tecnológicos, también existe el desgaste como organización para el monitoreo de la calidad del agua, la gestión financiera, la falta de participación de los usuarios y de fondos para operación y mantenimiento, así como el envejecimiento de la infraestructura y los conflictos con los gobiernos locales o empresas privadas que buscan expoliar sus recursos, como el agua y la tierra. “Estos aspectos son particularmente complejos en las áreas rurales debido a la naturaleza de los servicios de agua (por ejemplo, altos costos de capital y reemplazo) y las características de los entornos rurales (por ejemplo, dispersión, baja densidad, pobreza, baja disponibilidad de personal capacitado)” (Domínguez *et al.*, 2016: 120).

Para el caso de la organización comunitaria orientada al abasto de agua en las viviendas, ésta se compone de hombres y mujeres de la propia comunidad. Se denominan a sí mismos como Comités de Agua, entre otras variantes. Las reglas con las que operan no son homogéneas en todas las localidades rurales, no obstante, comparten capacidades administrativas, políticas, técnicas y de gestión social. Tanto su estructura organizativa, los modos de administración, infraestructura hidráulica, tarifas y decisiones son de naturaleza endógena y frecuentemente se identifican choques entre las lógicas y concepciones de la gestión comunitaria del agua con la gestión gubernamental del agua, así como con la de las ciudades con una dinámica expansiva acelerada, en donde el espacio urbano y sus necesidades amenazan con extinguir las fuentes de agua de las comunidades. Algo similar sucede con las industrias extractivas que contaminan, acaparan y despojan a las comunidades de estos derechos consuetudinarios sobre el agua y sus fuentes. Frente a esta situación, algunos Comités han resistido, pero otros más se muestran frágiles ante la imposición de nuevas estructuras organizativas por parte del gobierno local. El cuadro 1 sintetiza las características de las organizaciones comunitarias de agua para uso doméstico y para riego, derivadas de las observaciones en campo en Michoacán y en el Estado de México. El tamaño, la composición de género, el liderazgo, la toma de decisiones, la formalización legal y el objeto del uso del agua no son únicos ni limitativos, por el contrario, se plasmó la generalidad y en particular, seguro se encontrarán variantes.

Cuadro 1. Características de las organizaciones comunitarias para la gestión del uso de agua doméstico y para riego

Cualidad	Organizaciones de abastecimiento de agua a las viviendas	Organizaciones de riego
Tamaño	<i>Limitado</i> : 1 a 2 miembros (presidente y tesorero o secretario) <i>Completo</i> : 3 a 5 Comité (presidente, secretario, tesorero, vocales)	Pequeño riego (de 2 a 20 usuarios) Ejido (variable)
Género	<i>Típico</i> (sólo hombres) <i>De transición</i> (hombres y una secretaria) <i>Transformado</i> (mujeres y podría tener participación de un hombre)	<i>Típico</i> (sólo hombres con derecho) <i>De transición</i> (hombres y mujeres viudas o hijas de usuarios con derecho al riego) <i>Transformado</i> (hombres y mujeres ocupan la directiva)
Liderazgo	-Sólo el presidente del Comité -Sólo el encargado del orden -Compartido: entre el presidente del Comité de agua y el encargado del orden	-Comisariado ejidal -Comité representante del grupo
Toma de decisiones	-Asamblea comunitaria -Comité de agua potable	-Asamblea ejidal o de usuarios -Módulo de riego y distrito de riego
Formalización legal	-Comité protocolizado ante notario, con concesión de agua -Usos y costumbres, no legalizado, sin concesión de agua	-Grupo protocolizado con derechos de acceso al agua -Ejido con derechos de acceso al agua
Objeto del uso de agua	Agua para consumo humano y labores de aseo en la vivienda; abrevado de animales de traspatio	Agua para riego

Fuente: elaboración propia con base en trabajo de campo en Michoacán y el Estado de México.

La cooperación tanto en las organizaciones de agua potable como en las de agua de riego, el valor de los acuerdos cara a cara, son significativos para establecer y sustentar en el largo plazo arreglos definidos de común acuerdo. En éstos, la reciprocidad y confianza dan carácter de robustez a las relaciones (Cuadro 2).

Cuadro 2. Relaciones frecuentes en la gestión del agua en las organizaciones comunitarias

Comités de agua potable	Organizaciones de riego
Jefes de familia	Socios de riego
Encargado del orden	Canalero, aguador o bombero
Otros comités de agua y otras comunidades vecinas	Autoridades ejidales
Organismo Operador de Agua Potable del municipio	Módulo de riego y Distrito de riego
Presidente municipal	Comisión Nacional del Agua

Fuente: elaboración propia con base en trabajo de campo en Michoacán y el Estado de México.

En los arreglos comunitarios cuenta la ley de la palabra, reflejada en el cumplimiento de los acuerdos establecidos que han generado confianza. Ante el incumplimiento, aparece o reaparece el desacuerdo, la inconformidad, la confrontación y el conflicto. La asamblea comunitaria es el cuenco de las decisiones colectivas, es donde se identifican las fuerzas de grupo y las relaciones de poder en la comunidad, pero estas fuerzas, posiblemente ventajosas para el subgrupo, son reguladas por el voto de la mayoría. El derecho a votar por parte de cada jefe y jefa de familia equivale a presentar públicamente el peso, mayor o menor, de acuerdo o desacuerdo con la postura hacia un personaje o grupo, con base en las experiencias vividas por todos y que se reflejan en la asamblea. Así, la asamblea puede ser el escenario para favorecer, o para castigar a un personaje o grupo por su comportamiento no deseable por la mayoría. No obstante, uno de los problemas es que cada vez menos personas asisten a las reuniones donde se abordan los temas relacionados con el agua, a menos que la escasez, contaminación o alguna injusticia colectiva estén muy presentes.

En este escenario de la gestión comunitaria del agua, a continuación presento una problemática de las organizaciones de agua para consumo humano –que no escapan a las organizaciones de riego– que no ha sido tratada en la literatura: la rendición de cuentas en las organizaciones en la gestión del agua. El tema puede ser incómodo para quienes hemos estudiado la gestión social y colectiva del agua, pero es necesario abordar las escisiones, conflictos y diferencias internas, donde las instituciones comunitarias también juegan un papel importante.

Rendición de cuentas en los Comités Comunitarios de Agua

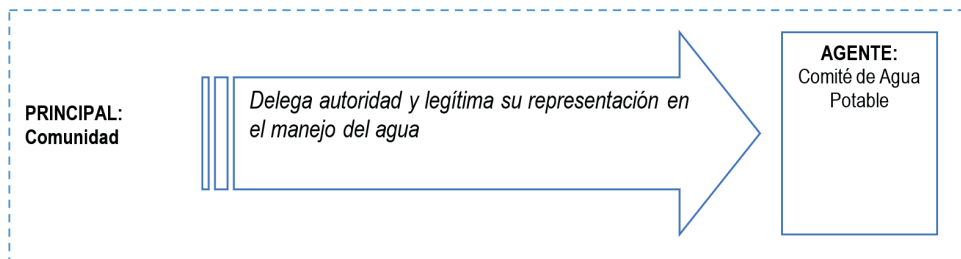
La “Teoría del Agente-Principal” (en adelante A-P) fue utilizada inicialmente para estudiar la relación entre el dueño de una empresa (principal) y sus administrador (agente), cuando aquél cede a éste el control de la empresa. Pero actualmente se emplea para el análisis de problemas políticos, la democracia y la rendición de cuentas, en los que se equipara al principal con el ciudadano, y al agente con funcionarios públicos elegidos, para que actúen en su nombre y beneficio (Millán y Natal, 2006: 7). En sí, la Teoría del A-P trata las dificultades que se presentan bajo condiciones de información asimétrica, cuando el principal contrata a un agente.

El principal es la comunidad, que contrata al agente, es decir, designa al Comité como el representante de sus intereses en los asuntos del agua y le delega parte de su autoridad de decidir, pero es aquí donde se vislumbra una serie de problemas de agencia, como lo explica Gorbaneff (2003), quien distingue cuatro tipos de problemas.

El primer problema refiere cuando la información entre el principal y el agente es asimétrica. Es decir, el agente sabe más del negocio, oficio o profesión que desempeña, que el principal. Este es un grupo de problemas de información oculta (*hidden information*) o de selección adversa (*adverse selection*) (Gorbaneff, 2003).

Al analizar las dinámicas en el manejo del agua en las comunidades de la Ciénega de Chapala, en el estado de Michoacán, así como en el valle de Toluca, Estado de México, se encontró que los miembros de las comunidades no convocan comúnmente a los Comités para conocer el estado del recurso. Tampoco por parte de los Comités hay rendición de cuentas a la comunidad y nunca al municipio. Esto se observa muy claro con el establecimiento de tarifas por el servicio de agua potable a cada vivienda, que se hace en asamblea, o la puede definir el Comité en reunión interna, al evaluar el incremento en el pago de energía eléctrica consumida por el bombeo de agua. De igual forma, los recursos económicos recaudados son de absoluta incumbencia del Comité. Sólo en casos especiales se informa a la comunidad, como lo sería ante la baja del presidente del Comité o ante un incremento de la cuota, monto doloso para las familias con bajos ingresos. No obstante, esta rendición de cuentas ocasional a la comunidad no es formal, y tampoco significa que el Comité publique el manejo de los recursos durante el tiempo de su administración, sólo se informa un periodo, que puede ir desde algunos meses o hasta el último año. La falta de comunicación sobre el estado contable del Comité tiende a generar sospechas y el vacío de información va siendo completado con supuestos, justificados o no, de enriquecimiento de los miembros, que a su vez incentiva la no cooperación.

Figura 1. Delegación de autoridad del Principal al Agente en el manejo del agua comunitario



Fuente: elaboración propia.

Una diferencia sobresaliente en los casos de los Comités analizados a través de la Teoría A-P, es que el agente forma parte de la misma comunidad, no es alguien contratado, ajeno, sino que es un grupo de voluntarios parte de la comunidad y,

por tanto, actúan constreñidos por el sistema de significaciones socioculturales de la vida en comunidad. No obstante, se detectaron problemas en la rendición de cuentas, problemas de *accountability*, definidos como:

(...) el derecho de un actor A de exigir a B que cumpla con su obligación de dar cuenta de –es decir, de informar y justificar– sus acciones, decisiones y de los resultados bajo su dominio, cuando A delega autoridad a B para que sea ejercida con ciertos grados de libertad relativa –es decir, de discrecionalidad–, a fin de que actúe en su nombre y en su beneficio y, además, dispone de los instrumentos y la fuerza necesaria para imponer sanciones a B, en la eventualidad de que su gestión –es decir, el conjunto de acciones, decisiones y resultados– sea insatisfactoria a la luz de parámetros previamente establecidos por el delegante (Millán y Natal, 2006: 6).

Los problemas de *accountability* reproducen las dificultades que el delegante o principal (comunidad) enfrenta para inducir la conducta del delegado o agente (Comité) hacia propósitos propios, cuando la delegación entraña la posibilidad de que éste desarrolle un comportamiento oportunista desfavorable para el principal y, además, no existe la claridad suficiente para deslindar la responsabilidad del agente en los resultados porque éstos son producto no sólo de su desempeño sino también de factores que escapan a su control (Millán y Natal, 2006: 6-7).

El segundo problema refiere a la acción del agente, cuando su nivel de esfuerzo y la calidad de éste no son directamente observables por el principal. Al principal le resulta costoso monitorear al agente. Es así como la Teoría del A-P caracteriza esta situación como el problema tipo acción oculta (*hidden action*) o peligro moral (*moral hazard*) (Gorbaneff, 2003). La comunidad trata de resolver este problema con el ejercicio del rumor y acusaciones no directas realizadas entre vecinos, con el propósito de manifestar su inconformidad con los procedimientos del Comité que le han afectado, como pudiera ser la queja por las pocas horas de agua que llega a su vivienda, la insatisfacción por el incremento en las cuotas, o la poca capacidad para resolver de manera pronta algún corte de agua. De esta manera, el rumor se divulga entre vecinos y finalmente llega al Comité, enterándose así de la insatisfacción de la población con su desempeño, pero también puede ser tomado como una advertencia para mejorar la distribución del agua, evitándose problemas con los miembros de la comunidad.

El tercer problema trata sobre el resultado de las acciones del agente, que no depende sólo de él sino también de los choques externos (cambios en la demanda, acciones de la competencia, moda). Separar el efecto del choque externo también es costoso. El agente siempre puede argumentar que el pobre resultado de su actuar se debe a las condiciones ambientales adversas. El agente aprovecha que el monitoreo es costoso y tiende a comportarse de manera oportunista (Gorbaneff, 2003). Los actos no tolerados por la comunidad hacia el Comité pueden ser re-

mediados con la destitución definitiva del cargo, a través de la asamblea.¹ Pero también puede ser señalado públicamente como irresponsable, incapaz y hasta corrupto, condición que le puede afectar en otro tipo de escenarios en la comunidad.

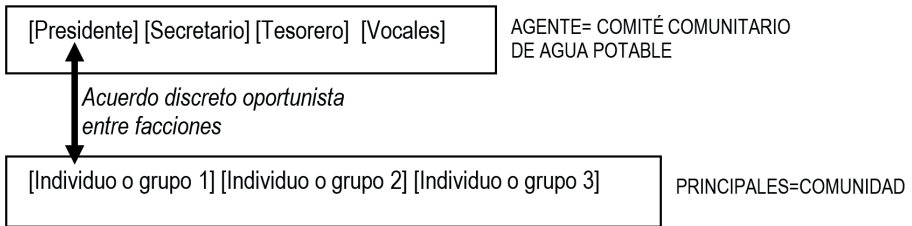
El cuarto problema es cuando el principal y el agente no tienen objetivos comunes, sino que se guían por los objetivos de grupo y buscan obtener los mejores resultados de sus funciones. Las decisiones, que son las mejores desde el punto de vista del agente, van a parecer sub-óptimas para el principal, a no ser que el agente sea restringido debidamente. Claro que en este caso el agente no tiene la autoridad y la relación pierde sentido (Gorbaneff, 2003). Las comunidades no son homogéneas ni las organizaciones comunitarias están siempre de acuerdo con el resto de la comunidad. Hay intereses particulares que hacen conflictiva y difícil la construcción de consensos y la realización de actividades colectivas tendientes al logro de metas comunes (Sandoval, 2009). En este sentido, aunque las decisiones se tomen en asamblea, se pueden expresar desacuerdos, facciones y favoritismos, aunque la decisión final se toma por mayoría de votos.

Irene Guijt y Meera Kaul (1999), en sus estudios realizados en el ámbito comunitario, arguyen sobre el mito creado alrededor de la comunidad como una entidad cohesionada. Esta pluralidad de actores y por tanto de intereses hace complicado llegar a consensos, también para motivar la cooperación, mantener la participación en el largo plazo y alcanzar resultados satisfactorios para todos los involucrados, dada la presencia de conductas oportunistas de unos, quienes a veces se aprovechan de la posición de control que tienen en el grupo. Estas formas de racionalidad son impulsadas por las experiencias de actos basados en el interés, al buscarse el mayor beneficio o sufrir el menor perjuicio, y en referencia a los otros cuidarse para no ser abusado y burlado, enfrentándose así con el dilema de cooperar o no cooperar con el colectivo (Sandoval, 2009).

Por ejemplo, cuando se realizan, el presidente del Comité hace arreglos con algunos miembros de la comunidad –sean compromisos familiares, de vecindad, de compadrazgo– y con algunas autoridades, dichos arreglos se hacen con cautela para no verse afectado. Desde la Teoría del A-P se profundiza en los acuerdos provechosos entre el Comité, o una facción del Comité, y algunos de los miembros de la comunidad (principales), y se registra que hay asimetrías de información (problema 1). A la comunidad le resulta costoso monitorear el actuar del Comité (problema 2), los efectos de estos acuerdos no son necesariamente satisfactorios para toda la comunidad, por tanto, es una relación discreta y con beneficios selectivos.

1 En casos identificados en la cuenca del acuífero del Valle de Toluca, México, entre las comunidades indígenas, se han sancionado actos de corrupción del Comité, con la expulsión del presidente o tesorero de la comunidad; en otros se le ha negado definitivamente la dotación de agua a su familia, además de ser destituidos del cargo.

Figura 2. Acuerdos entre facciones en el manejo de agua comunitario

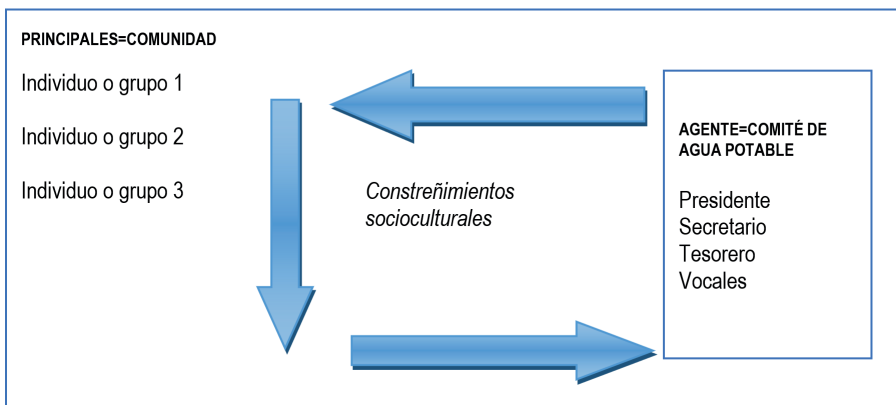


Fuente: elaboración propia.

En definitiva, los espacios de acción de los Comités son también espacios de control y conflicto entre individuos y grupos (Sandoval, 2009), en donde los intereses personales de los líderes alcanzan acuerdos de mutuo beneficio o por el contrario rompen el diálogo e incluso bloquean la gestión del agua.

Otro conjunto de problemas tiene que ver con las dificultades que surgen cuando existen varios principales, de tal forma que resulta gravoso compatibilizar sus funciones-objetivos, y la de éstos con las funciones-objetivos del agente).

Figura 3. Agente y Principal en el manejo de agua comunitario



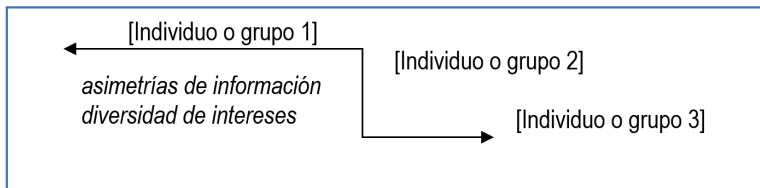
Fuente: elaboración propia.

Las formas de comportamiento, los usos y costumbres, son una guía sobre el proceder de los tomadores de decisiones, ya que comparten sistemas de significaciones socioculturales. Este aspecto es uno de los más sobresalientes de las organizaciones comunitarias de agua, en contraste con las empresas de agua. Tal como arguyen Sanchis y Boelens (2018: 14) “Los sistemas de uso, manejo y gobierno del agua son constructos socio-ambientales, resultado de la hibridación de

naturaleza y cultura, cuyo estudio y comprensión transita entre varias disciplinas académicas y presenta un componente espacial netamente geográfico”.

Por otro lado, no es usual que los Comités rindan informes periódicos a la comunidad en cualquiera de sus modalidades: ni escritos, ni de viva voz en reuniones. Algunas ocasiones se rinde un tipo de informe cuando se convoca a reunión por algún asunto extraordinario, como podría ser una colecta para la compostura de bomba, rehabilitar un tramo de la red hidráulica o el cambio de directiva. Una conducta constante es que, al cambio de directiva, el Comité nuevo siempre establece la táctica de “borrón y cuenta nueva”. Si hubo actos oportunistas en la pasada administración ya no pueden hacer nada debido a que no cuentan con documentos, por la falta de capacidad de control formal, y tampoco lo consideran necesario.

Figura 4. Principales=Comunidad



Fuente: elaboración propia.

Una encargada del orden, que participa en el Comité, comenta acerca de las implicaciones de dar reportes financieros a la comunidad: “trato de hacer conciencia, pero sin pelear, antes daba reportes, pero se me prohibió por parte del encargado [presidente del Comité], dice que si la gente sabe que hay excedentes va a ser peor para [juntar las cuotas y] pagar [la luz]” (Tesorera del Comité Comunitario de Agua, Santa Bárbara, Jiquilpan, comunicado personal, marzo de 2010).

Cuando no cumple su tarea algún miembro de la directiva, las funciones se reordenan internamente asumiéndolas los integrantes en función, o se suma otra persona de la comunidad la cual es invitada por algún miembro del Comité al considerarla de confianza, como puede ser un familiar. Es así como en varios casos son las esposas de los miembros del Comité, quienes se han involucrado en actividades como el cobro de cuotas casa por casa.

Los casos de las comunidades de Francisco Sarabia y Los Tábanos, del municipio de Jiquilpan, comparten la experiencia de que los presidentes del Comité fueron gestores de la perforación de pozos para dotar de agua a sus comunidades. Reconocen que deben tener consideración con las demoras en los pagos de los miembros de la comunidad, sin provocar resistencia, para evitar problemas personales y tener más libertad de acción.

Así pues, la Teoría A-P puede ayudar a explicar las relaciones de tensión en las organizaciones comunitarias, como lo es el manejo del agua, donde a pesar de existir instituciones fuertes que constriñen el comportamiento de sus integrantes y modelan las interacciones de éstos con la comunidad, pueden darse relaciones tensas, incluso conflictivas y contradictorias, ya que, a pesar de tratarse de organizaciones comunitarias caracterizadas por compartir usos y costumbres, también prevalece el desacuerdo. Por otro lado, se detectó que los Comités son flexibles y adaptables a las circunstancias en las comunidades y fuera de ellas, de tal manera que han podido preservar su autonomía frente al municipio en el manejo del agua.

A modo de conclusión

En la gestión comunitaria del agua participan individuos que interactúan cara a cara, que están directamente relacionados en la vida cotidiana y, por tanto, comparten sistemas de significaciones comunes. Eso no quiere decir que no haya desacuerdos y conflictos, como los problemas estudiados a partir de la teoría del Agente-Principal en la rendición de cuentas de los Comités de agua potable, aspectos que se deben atender con mayor atención en las investigaciones sobre los actores locales y la gestión social del agua.

La capacidad de respuesta en la gestión del agua por parte de las comunidades es mayor cuando está en riesgo el abasto de agua, sin embargo, una vez que el líquido está garantizado, fluyendo a las viviendas, pasa a un segundo término la rendición de cuentas a la comunidad. En un sentido, el indicador colectivo de que las cosas marchan bien, es la seguridad de que se contará con agua.

Es de resaltar que la gestión comunitaria del agua se identifica con formas autogestivas para generar, instrumentar y mantener reglas de manejo del agua comandadas por la experiencia organizativa local. La gestión comunitaria, pese a los problemas identificados en este análisis, reconoce la toma de decisiones colectiva, el conocimiento local y la valoración para manejar las fuentes de agua y su distribución entre los miembros. Estas condiciones permiten la capacidad de respuesta local a la demanda del líquido con recursos propios.

El estudio de la gestión comunitaria del agua, sus instituciones y las dificultades identificadas en las organizaciones respecto a la rendición de cuentas, permite, en primer lugar, hacer a un lado los idealismos y, en segundo lugar, identificar parte de las dolencias de la organización comunitaria y buscar fórmulas creativas para favorecer la equidad, transparencia y sustentabilidad en la gestión del agua.

Referencias

- Ávila García, P. (2008). El agua y la ciudad: nuevos enfoques para su estudio. En D. Soares, S. Vargas y M. R. Nuño (Eds.). *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas* (pp. 151-190), tomo 1. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua/Universidad de Guadalajara.
- Domínguez Rivera, I., Oviedo-Ocaña, E. R., y Restrepo-Tarquino, I. (2016). Service provision in rural water supplies: analysis of four community-based systems in Colombia. *Cuadernos de Desarrollo Rural*, 13(77), 117-140. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.11144/Javeriana.cdr13-77.spr>
- Galindo Sosa, J. A. y Jiménez Alcázar, A. (2019). *Coordinación General de Atención a Emergencias y Consejos de Cuenca*. México: Comisión Nacional del Agua. Disponible en: <https://aneas.com.mx/gobernanza-del-agua-en-mexico/>. Consultado el 21 de agosto de 2021.
- Gorbaneff, Y. (2003). Teoría del agente-principal y el mercadeo. *Revista Universidad EAFIT*, (129), 76-85. Disponible en: <http://www.slideshare.net/Marcusperezcabana/agente-principal>. Consultado el 1 de marzo de 2011.
- Guijt, I. y Kaul Shah, M. (1999). *The myth of community. Gender issues in participatory development*. Londres: Intermediate Technology Publications.
- Hardin, G. (1995). La tragedia de los comunes. *Gaceta Ecológica*, (37). Disponible en: <https://studylib.es/doc/6604402/la-tragedia-de-los-comunes>. Consultado el 24 de agosto de 2021.
- Harvey, D. (2004). El nuevo imperialismo: acumulación por desposesión. *Socialist register*: 99-129.
- Merino Pérez, L. y Hernández Apolinar, M. (2004). Destrucción de instituciones comunitarias y deterioro de los bosques en la Reserva de la Biosfera Mariposa Monarca, Michoacán, México. *Revista Mexicana de Sociología*, 66(2), 261-309. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-25032004000200002&lng=es&tlng=es. Consultado el 24 de agosto de 2021.
- Millán, H. y Natal, A. (2006). La rendición de cuentas a la luz de la Teoría del Agente-Principal: un análisis de la democracia en México. *Documentos de discusión sobre el Nuevo Institucionalismo* (10).
- Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*, México: Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, Universidad Nacional Autónoma de México/Fondo de Cultura Económica.
- Pineda Pablos, N. (2008). Nacidos para perder dinero y derrochar agua: el inadecuado marco institucional de los organismos operadores de agua en México. En D. Soares, S. Vargas y M. R. Nuño (Eds.). *La gestión de los recursos hídricos:*

- realidades y perspectivas* (pp. 121-150), tomo 1. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua/Universidad de Guadalajara.
- Poteete, A. R., Janssen, M. A. y Ostrom, E. (2012). *Trabajar juntos: acción colectiva, bienes comunes y múltiples métodos en la práctica*. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Universidad Autónoma Metropolitana/Centro de Investigación y Docencia Económicas/El Colegio de San Luis/Fondo de Cultura Económica.
- Rosales, R. y Brenner, L. (2015). *Geografía de la gobernanza: dinámicas multiescalares de los procesos económico-ambientales*. México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa/Siglo XXI Editores.
- Sanchis Ibor, C. y Boelens, R. (2018). Gobernanza del agua y territorios hidrosociales: del análisis institucional a la ecología política. *Cuadernos de Geografía*, 101, 13-28.
- Sandoval Moreno, A. (2009). Acción colectiva en el manejo de agua en la Ciénega de Chapala, Michoacán. En Téllez Valencia, C. y García Sánchez, M. (Coords.). *Estudios Michoacanos* vol. VIII, (pp. 91-122). México: El Colegio de Michoacán.
- Soares, D. y Vargas, S. (2008). El debate actual del agua: entre la economía, el derecho humano y la sustentabilidad. En D. Soares, S. Vargas y M. R. Nuño (Eds.). *La gestión de los recursos hídricos: realidades y perspectivas* (pp. 87-117), tomo 1. México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua/Universidad de Guadalajara.
- UNESCO (2021). *El valor del agua. Datos y cifras. Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2021*. Italia: ONU-Agua.

Gestión pública e instituciones. Una aproximación

*Eduardo Torres Alonso**
*Andrea Samaniego Sánchez***
*Diego Cornejo Cachay****

Introducción

Los comportamientos de los sujetos están determinados tanto por los incentivos como por las restricciones existentes en el orden social, y dichos incentivos y restricciones están establecidos en las normas escritas como en las no escritas; es decir, en lo que se conoce como instituciones formales e instituciones informales. Las primeras responden al marco de lo convenido mediante pactos políticos explícitos, mientras que las segundas forman parte de lo aceptado culturalmente. De esta manera, la vida humana pasa de manera irremediable por las instituciones y éstas tienen un impacto directo en la sociedad y su porvenir. Veamos la importancia de las instituciones, entendidas como reglas de comportamiento, recurriendo al estudio de Acemoglu y Robinson (2018) sobre las instituciones extractivas e inclusivas.

Las primeras dificultan la articulación de intereses compartidos ya que son manejadas por un grupo reducido que, sin límites y contrapesos, decide qué hacer con los bienes públicos o las designaciones políticas. Por otro lado, las instituciones inclusivas representan los arreglos que dan pie a la legalidad y al Estado de Derecho. Mientras que las instituciones extractivas favorecen a unos cuantos, las inclusivas benefician a la mayoría. Así como estos dos tipos de instituciones fomentan o frenan el desarrollo de las sociedades, las instituciones formales e informales pueden hacer lo mismo. Hay que remarcar que sólo en democracia los arreglos institucionales formales obedecen a intereses comunes y persiguen el bien colectivo. Lo mismo que las instituciones informales. Al ser éstas producto del devenir humano, las reglas sancionadas por la cultura reflejan una finalidad colectiva y no de lucro individual.

* Facultad de Ciencias Políticas y Sociales y Seminario Universitario de Estudios sobre Sociedad, Instituciones y Recursos, Universidad Nacional Autónoma de México.

** Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, Universidad Nacional Autónoma de México.

*** Facultad de Derecho, Universidad San Martín de Porres, Perú.

En este trabajo se ofrece una aproximación a las instituciones formales e informales, en el primer apartado, mientras que en el segundo se reflexiona sobre la relación de la gestión pública y las instituciones. Inmediatamente después están dos secciones más: las conclusiones y las referencias.

Instituciones formales e informales

El renacimiento del estudio de las instituciones puede verse como una reacción a la perspectiva conductual de la sociedad que consideró que la conducta colectiva era resultado de la agregación de elecciones individuales (DiMaggio y Powell, 2001: 34).

Los conductistas consideraban a las instituciones epifenoménicas, la simple suma de las propiedades al nivel individual. Pero su omisión del contexto social y de la permanencia de las instituciones sociales trajo un costo muy alto, esencialmente en un mundo en que “las instituciones sociales, políticas y económicas se han expandido, se han vuelto considerablemente más complejas y cuentan con más recursos, y *prima facie* son más importantes para la vida colectiva” [...] (DiMaggio y Powell, 2001: 34).

Al aproximarse al estudio de las instituciones, hay que advertir su doble naturaleza: las formales y las informales. Douglass North (1990, 2005) señala que las primeras se concretan en las reglas explícitas de la política, la justicia, la economía, en fin, las relaciones sociales en donde ocurren intercambios e interacciones con los otros, mientras que las instituciones informales son originadas, aprehendidas y transmitidas por un sistema complejo axiológico y de creencias que permean las decisiones de los sujetos y dan pie a comprender el entorno, generalmente no están escritas y su creación y recreación ocurre fuera de los canales formales, lo que no significa que estas instituciones informales carezcan de mecanismos de sanción y de incentivos –como ocurre con las formales– (Güemes y Hernández-Bonivento, 2014: 3). “Un elemento relevante de esta conceptualización es que las instituciones informales requieren la existencia de expectativas compartidas entre los actores involucrados, quienes deben creer que el incumplimiento de la regla informal acarreará algún tipo de sanción” (Antía y Vairo, 2019: 30).

Si bien ambas instituciones inciden en el comportamiento individual y colectivo, las formales están hechas para el espacio de lo público, mientras que las instituciones informales forman parte del ámbito privado; no obstante, los arreglos institucionales de la sociedad son resultado de la combinación de ambas, puesto que las instituciones deben responder sí, a su tiempo, pero también son producto de un proceso histórico, y en el presente como en el pasado, los códigos valorativos de las sociedades tiene un papel determinante.

[...] las instituciones informales: se afirma que las mismas pueden reforzar, subvertir y a veces reemplazar a las reglas y procedimientos formales, de modo que la formulación, implementación y los efectos de las políticas públicas estarán mediados y delineados por las instituciones informales que existan previamente [...]. De hecho, dado que la mayoría de las reglas de comportamiento son autoimpuestas y que las reglas formales solo ocupan una proporción menor como guías de la acción cotidiana, las reglas informales y costumbres suelen ser determinantes para entender los comportamientos [...] (Güemes y Hernández-Bonivento, 2014: 4).

Para Leiras (2004: 3), cuando se ejecuta un estudio sobre las instituciones informales, se hace referencia a cuestiones como

[...] el intercambio de votos por bienes particulares (habitualmente etiquetado como clientelismo político), al uso electoralista del empleo público, a la discriminación sistemática en la aplicación de la ley (por ejemplo, de acuerdo con criterios de clase, étnicos o de género) o a la distancia entre las relaciones entre poderes de gobierno que prescriben las constituciones y las prácticas de gobierno reales. Lo que tienen en común estas instituciones políticas informales es que, al menos en las interpretaciones más habituales, comportan una violación, bien de leyes positivas o bien de normas reconocidas

De esta manera, podemos afirmar que, al hablar sobre este tipo de instituciones, inmediatamente se asocian con aquellas que son ubicadas en el plano de la formalidad. En otras palabras, no se llevarían a cabo definiciones sobre instituciones informales sin conexas a instituciones formales. A razón de lo antes mencionado es que Helmke y Levitsky (2003: 11-12) definen a estas primeras instituciones como las “reglas socialmente compartidas, usualmente no escritas, que son creadas, comunicadas, e impuestas (*enforced*) fuera de los canales oficialmente sancionados, luego de caracterizar a las instituciones formales como “abiertamente codificadas”.

En efecto, las instituciones establecen límites a la acción de las personas para preservar la convivencia pacífica y productiva. Al respecto, North señala, con relación a las limitaciones de carácter informal, que “[...] son acuerdos que resuelven problemas de coordinación, en los que el intercambio es *autorreforzado*, lo que disminuye los costos de la mediación” (Navarrete Ulloa, 2016: 285). De esta manera, se puede entender a una institución como el conjunto de pautas que generan certidumbre y estructuran las interacciones humanas. De manera que “las instituciones cuentan porque estructuran el juego: determinan quién y cómo accede al proceso político, cuáles son las rutas de acción aceptadas y qué comportamientos son esperados, aceptados y/o compartidos” (Navarrete Ulloa, 2016: 285-286).

Al respecto, el Nuevo Institucionalismo Histórico señala que el proceso de institucionalización no es neutro en la medida que diferentes actores buscan incidir en las reglas y las influencias ocurren en dos sentidos:

- 1) El formal. Implica que el juego es entre una pluralidad de poderes, y aun definidas las reglas en determinado sentido, no es automático el control de tales reglas ni su utilización al servicio de los fundadores [...]
- 2) El informal. Los actores poderosos no sólo inciden en el sentido de la formación de reglas favorables, sino que pueden actuar efectivamente en sentidos diversos a los permitidos por las reglas positivas (Navarrete Ulloa, 2016: 286).

Cuando se piensa a las instituciones en contextos democráticos, paradójicamente, las instituciones informales no son consideradas; no obstante, esto genera algunos inconvenientes, siendo uno de los principales el que brinda una imagen errónea del funcionamiento de la política. “Es más probable encontrar instituciones informales en donde los actores políticos enfrentan dificultades en el funcionamiento de las instituciones formales, o cuando hay una falta de congruencia entre la realidad política y arreglos formales institucionales” (Siavelis, 2006, p.34).

Precisamente, “la eficacia de las ‘instituciones’ depende de: códigos de conducta auto-impuestos; represalias y sanciones sociales o coercitivas impartidas por parte del Estado. Es la aplicación de estas sanciones, un paso importante para evitar la impunidad. Sin embargo, no todas las normas válidas se establecen de manera institucional” (Alvarado, 2014).¹

En suma, en términos de Coase (cit. por Alvarado, 2014): “Las ‘instituciones’ formales e informales son un factor inevitable en el desempeño económico, social y jurídico de cualquier comunidad política, pues reducen los costos de las transacciones sociales, favoreciendo con ello mayor prosperidad material”.

La gestión pública y las instituciones

El proceso de gestión integra acciones diversas que van desde el manejo de recursos humanos, técnicos, físicos y de otra naturaleza, hasta la ejecución de acciones, pasando por la planificación de las mismas, cuyos resultados deberán impactar favorablemente en la calidad de vida de las personas que se ubican en un territorio delimitado o, en otras palabras, para cumplir con las finalidades del Estado (Ortun, 1995).

1 “El neoinstitucionalismo tiene sus características en el viejo institucionalismo de Philip Selznick y sus asociados; no obstante, diverge sustancialmente de esa tradición [...] Tanto el viejo como el nuevo enfoque comparten un escepticismo con respecto a los modelos de organización basados en el acto racional y cada uno considera la institucionalización un proceso dependiente del Estado que hace a las organizaciones menos racionales instrumentalmente al limitar las opciones que pueden seguir. Ambos ponen de relieve la relación entre organizaciones y sus ambientes, y ambos prometen revelar aspectos de la realidad inconsistentes con las explicaciones formales de las organizaciones. Cada enfoque hace hincapié en el papel de la cultura en la conformación de la realidad organizacional” (DiMaggio y Powell, 2001: 46-47).

Los Estados tienen la tarea inexcusable de asegurar el bienestar de su población, para ello recurren a la acción de su administración pública que, con eficacia y eficiencia, busca cumplir con los objetivos y las metas establecidas por los gobiernos, por medio de la racionalidad administrativa. No obstante, hay que tener presente que las demandas de la sociedad superan la capacidad de procesamiento gubernamental, por lo que la autoridad tiene que ser selectiva al momento de elaborar el problema público que se deberá atender. De esto se trata la capacidad de gobernar, de la capacidad de responder.

La gestión pública es una forma de actuar desde el gobierno que busca flexibilizar los procesos del sector público y evitar el dispendio de recursos.

[...] de la hechura de las políticas a las habilidades gerenciales; del énfasis en los procesos al énfasis en los productos; de las jerarquías ordenadas a un esquema de mayor competencia en la provisión de servicios públicos; de sistemas homogéneos de pago a sistemas con variación, y de un servicio público uniforme e incluyente a una estructura diversa, con más énfasis en contratos de prestación de servicios (Hood, 1995, cit. por Cejudo, 2013: 27).

La gestión pública tiene, como se ha mencionado, una tarea fundamental para el cambio social (Blanco, 2014: 48). Para que esto se logre, uno de los aspectos más importantes es la transparencia y la rendición de cuentas porque el gobierno debe ser una caja de cristal en donde sus procedimientos y asuntos –salvo los que atañen a temas sensibles y de seguridad– sean conocidos y examinados por la ciudadanía.

Los mecanismos de acceso a la información generada por las autoridades, permite que la ciudadanía pueda incidir en el gobierno. Esta incidencia ocurre a través de las instituciones formalmente establecidas o, bien, a través de aquellas de naturaleza informal y es aquí cuando se puede advertir la comunicación constante entre los procesos de gestión, las instituciones y la sociedad, generándose redes de interacción y reciprocidad:

Es de destacar que las redes densas de interacción social parecen fomentar las sólidas normas de reciprocidad generalizada. La interacción social ayuda a solucionar dilemas de acción colectiva animando a la gente a actuar de forma confiada en ocasiones en que, de no ser así, quizá no lo haría. Asimismo, cuando el trato económico y político está inserto en unas redes densas de interacción social, se reducen los incentivos para el oportunismo y la corrupción (Pérez Correa, Sandoval Moreno y Torres Alonso, 2021: 277).

Con la participación ciudadana a través de las instituciones, el modelo rígido burocrático, que sólo consideraba a las instituciones formales, pierde su centralidad para tener un panorama más amplio. En aquel modelo, el Estado –por medio de sus representantes y agencias– era el encargado de echar a andar el aparato nor-

mativo y regulador (Pineda, 2015) propio de las instituciones formales; ahora, el Estado se abre y recibe las inquietudes de la ciudadanía.

La gestión, entonces, es una decisión de política pública que es receptiva a las demandas sociales y la política pública tiene una doble dimensión: una política y una técnica.

[...] en cuanto a la primera dimensión, buscan satisfacer objetivos de interés y de beneficio social, y sobre la segunda, las políticas públicas están fundamentadas en un razonamiento técnico-casual. Estas dos dimensiones deben estar en armonía para que la política pública sea exitosa; cuando no es así, y se confrontan, el resultado es contrario al deseado. Si la dimensión política prevalece sobre la visión técnica, se pueden ofrecer resultados inviables o extremadamente costosos, y, si, por el contrario, tiene mayor relevancia la dimensión técnica, las consecuencias sociales y políticas irán en demérito del gobierno aun con la justificación y fundamentación técnica de la decisión tomada (Aguilar Villanueva, 2012, cit. por Torres Alonso, Samaniego Sánchez y Zepeda Torres, 2021: 33).

Las instituciones públicas, en el sentido comentado, deben ser inclusivas, receptivas, participativas y responsables. Precisamente, es el nivel de las instituciones –el meso– en donde el diseño e implementación de las políticas públicas tienen su origen, mientras que en el nivel micro ocurre la ejecución y la sociedad siente los efectos positivos o no de las decisiones tomadas por el gobierno (CEPAL, 2019).

En particular, la necesidad y deseo de participación de toda la ciudadanía, como establece Bourgon (1999), es en razón de que “los ciudadanos no estamos satisfechos con votar una vez cada cierto tiempo. Queremos tener la oportunidad de decir algo en el diseño de las políticas que nos afectarán. Queremos colaborar con el gobierno en el diseño de nuestro futuro. Queremos tener acceso a las instituciones democráticas de acuerdo con nuestras necesidades”.

Por otro lado, no hay que perder de vista un aspecto relevante: la debilidad institucional. Este concepto puede entenderse como la falta de consolidación de las “reglas del juego”; es decir, a pesar que las pautas de comportamiento están formalmente establecidas, los actores no las reconocen ni aceptan, lo que incide en la dificultad del proceso de toma de decisiones (Ramió y Salvador, 2005: 25).

En contraste con lo anterior, la gestión pública de naturaleza más horizontal, se enfrenta a este problema cuando ocurre una concentración del poder y de la toma de decisiones en una persona o en un grupo reducido o, bien, cuando el modelo administrativo no responde a las necesidades de la sociedad porque ha sido una adaptación de una tradición gubernamental foránea. También, puede ocurrir que el cambio constante de modos de proceder en el gobierno, implantando modelos con frecuencia, afecte los procesos de gestión y participación ya que no existe

certidumbre sobre si lo que se hace y propone tendrá vigencia (Ramíó y Salvador, 2005: 25-26).

Sin embargo, un elemento que puede tener una consecuencia perjudicial en la gestión es la globalización que beneficia a los países desarrollados y excluye a las sociedades del sur global. Más aún, los países desarrollados, utilizando a la globalización, recurren a prácticas indebidas en países en vías de desarrollo como lo son la explotación forestal intensa o la minería a cielo abierto.

Volvamos a la discusión conceptual sobre las instituciones para advertir formas de superar la debilidad institucional. Las instituciones, siguiendo el enfoque normativo, se distinguen por la relevancia otorgada a los valores y su “lógica de lo apropiado” que incide en los actores (Ramíó y Salvador, 2005: 40). Con base en esto, las instituciones son reglas y rutinas que definen lo apropiado en términos del vínculo entre roles y situaciones (March y Olsen, 1989, cit. por Ramíó y Salvador, 2005: 40).

Es decir, una institución es un referente que incorpora una determinada manera de definir la situación, el rol que deben seguir los agentes y las obligaciones que están asociadas a este rol en esa situación concreta. Estas obligaciones cristalizan en un conjunto de reglas y procedimientos asociados, entre los cuales cada agente debe seleccionar los que considera oportunos, contando con un margen de discrecionalidad dentro de los límites establecidos por la institución de que se trate. Esta discrecionalidad, sin embargo, puede generar distintas interpretaciones de «lo adecuado», lo que se traduce en la aparición de distintas culturas organizativas dentro de la misma institución (Ramíó y Salvador, 2005: 40).

Por otro lado, “[...] el *Nuevo Institucionalismo* considera que las instituciones públicas son relevantes para entender y explicar las interacciones entre los individuos, pues están dotadas de una lógica propia que condiciona las preferencias individuales” (Lapsley y Oldfield, 2001: 217). Ahora bien, una institución puede ser conceptualizada como aquel grupo de reglas, normas, valores y procesos que se inmiscuyen en algún entorno organizativo e influyen de manera directa en la actuación emanada por los diversos actores involucrados, limitando y dirigiendo su comportamiento (Serna, 2001).

En esta misma línea, el nombrado *Nuevo Institucionalismo* mantiene un sinnúmero de teorías o enfoques interpretativos, sin embargo, su concreta formación arribó gracias a ideas procedentes de importantes teorías como la denominada teoría del neo-taylorismo. En particular, se postula que el perfil de gestor público y la falta de un adecuado sistema de gestión son los factores más relevantes que no permiten la concretización de la tan anhelada eficacia en este sector (Martin, 1983).

Indiscutiblemente, la teoría en cuestión propone la reinención gubernamental, haciendo referencia “a la transformación fundamental de los organismos y sistemas públicos para que se produzcan mejoras espectaculares en su eficacia, su eficiencia, su adaptabilidad y su capacidad para innovar. Esta transformación se logra cambiando su propósito, sus incentivos, su responsabilidad, su estructura de poder y su cultura” (Osborne y Plastric, 1998 cit. por Torres Fragosó, 2012: 292).

En este contexto, surge lo que Navas (2010: 36) sostiene,

[...] *New Public Management*, o nueva gestión pública (NGP), como un paradigma de la administración que se caracteriza por adaptar herramientas de la gestión empresarial al manejo de los asuntos públicos, y que propugna por la prestación de servicios más ajustados a las necesidades de los ciudadanos con un enfoque de eficiencia, competencia y efectividad en la satisfacción de las demandas sociales.

En consecuencia, la configuración de nueva gestión pública debe cubrir todas aquellas vitales necesidades ciudadanas al mejor costo posible, haciendo que se introduzcan nuevos mecanismos de competencias que abran puertas a la propia elección de los usuarios, promoviendo –de manera importante– la ejecución de servicios de alta calidad. Por lo que se necesitan de instituciones “[...] que otorguen una plena transparencia de los procesos, planes y resultados, para que, por un lado, perfeccionen el sistema de elección, y, por otro, favorezcan la participación ciudadana” (García, 2007: 9).

Empero, “la NGP no es una receta que pueda aplicarse directamente en cualquier país; por el contrario, la flexibilidad del modelo permite adaptar las herramientas que brinda a múltiples contextos, adecuando su ejecución a las necesidades y dinámicas de cada sociedad” (Navas, 2010: 38).

Gobernanza y gestión

Uno de los aspectos más relevantes en el tratamiento de los asuntos públicos es la participación cada vez más activa de la sociedad quien, junto con el gobierno, se vuelve co-creadora de las decisiones de acción gubernamental. La verticalidad en el ejercicio del poder y en la toma de decisiones corresponde a un modelo de atención que está siendo abandonado, en beneficio de un modelo de corte horizontal que incorpora al mayor número de actores sociales. En un contexto de interconexión cada vez mayor, no es posible mantener alejada a la ciudadanía del ámbito gubernamental. Si bien es cierto que el concepto gobernanza, que incorpora una participación ciudadana en el gobierno, apareció inicialmente en el ámbito de la empresa privada cuando se hace necesario “[...] sustituir una noción restringida a la observación de parámetros únicamente técnicos por otra con una connotación

más englobante, de mejor presentación y políticamente más correcta” (Launay, 2005: 94).

De esta manera, la gobernanza se presenta como una manera de abordar los problemas públicos de una manera colaborativa, sin que el Estado deje de ser rector; es decir, es un proceso que involucra a los sectores público, privado y social, en donde cada uno tiene una esfera de influencia y que deciden colaborar en asuntos comunes, sin que ello signifique abandonar sus propios intereses, pero cuya colaboración se da en el marco de reglas que ordenan el juego de poder.

Gobernanza es entonces, un nuevo proceso directivo, una nueva relación entre gobierno y sociedad, la gobernanza incluye a la gobernabilidad, en tanto requiere la acción de un gobierno capaz y eficaz. En este sentido, gobernanza significa el cambio de proceso / modo / patrón de gobierno: el paso de un centro a un sistema de gobierno, en el que se requieren y activan los recursos del poder público, de los mercados y de las redes sociales. En conexión, es el paso de un estilo jerárquico centralizado a un estilo de gobernar asociado, complementario e interdependiente entre organismos gubernamentales, organizaciones privadas y sociales. La gobernanza entonces implicará la capacidad del gobierno para conjugar todos los elementos de naturaleza económica, de finanzas públicas, la injerencia extranjera, y sobre todo, de protección y beneficio a una sociedad democrática que reclama el derecho a tener un gobierno honesto, transparente, vigilante, justo y respetuoso de los derechos humanos (Díaz de León, 2013: 191).

Conclusiones

La participación ciudadana en las tareas gubernamentales resulta necesaria para que el Estado –y el gobierno– se legitime. Es decir, si bien los procesos electorales les dan a los gobernantes un tipo de legitimidad, conocida como “de origen”, se requiere que en su actuar obtengan la legitimidad de ejercicio. De esta forma, las instituciones deben abrirse a la escucha activa de la ciudadanía para hacer frente a los problemas que se presentan en la comunidad. Ciertamente, los gobiernos no sólo enfrentan problemas vinculados a las necesidades sociales (falta de empleo, inflación, inseguridad, etcétera) sino que también tienen que hacer frente a problemas medioambientales que inciden en la convivencia como la falta de agua o la imposibilidad de desechar de manera adecuada los residuos de los centros de población (Pérez Correa, Torres Alonso y Samaniego Sánchez, 2020).

Frente a la diversidad de problemas, las instituciones, al escuchar a los actores formales e informales de la sociedad, recopilan aspectos que no necesariamente conocen los tomadores de decisiones porque son aquellos actores quienes están en contacto directo con los fenómenos y muchas veces son ellos quienes les hacen frente sin el auxilio de la autoridad.

Con todo, las instituciones no son estáticas: cambian para permanecer porque se adaptan a circunstancias nuevas. Frente a la incertidumbre, son ellas quienes prevalecen, por ello, es relevante su capacidad adaptativa y que la comunidad se dé “[...] cuenta de si las reglas de juego y los hábitos de pensamiento y de comportamiento son los adecuados para el mantenimiento “sostenible” del recurso y, en el caso de no serlo, cambiar dichas reglas y hábitos” (Aguilera Klink, 2012: 352).

Hay que recordar, también, que las instituciones regulan la competencia y el conflicto. Es en su marco (las reglas del juego) que los actores toman decisiones considerando sus propios intereses, el entorno en el cual se desenvuelven y las características de la comunidad (Aguilera Klink, 2012: 359).

En síntesis, “[...] la gestión pública, a diferencia de la privada, ha de permitir la expresión de unos valores que no son sólo instrumentales, sino también políticos. Es decir, no se ha de limitar a buscar la mejor manera de hacer las cosas, sino que ha de actuar para reconciliar una gran diversidad de intereses sociales antagónicos [...]” (Sancho, 1999: 23).

Referencias

- Acemoglu, D. y Robinson, J. A. (2018). *Por qué fracasan los países. Los orígenes del poder, la prosperidad y la pobreza*. México: Crítica.
- Aguilera Klink, F. (2012). Elinor Ostrom, las instituciones y los recursos naturales de propiedad común: pensando con claridad más allá de las panaceas. *Revista de Economía Crítica* (14), 340-361.
- Alvarado, J. (2014). Instituciones formales e informales: problemas y posibles salidas. Fundación Libertad y Desarrollo. Recuperado de: <https://www.fundacionlibertad.com/articulo/instituciones-formales-e-informales-problemas-y-posibles-salidas>
- Antía, F. y Vairo, D. (2019). La Suprema Corte de Justicia en Uruguay: entre instituciones formales e informales (1985-2018). *Ópera* (24), 27-48. Doi: <https://doi.org/10.18601/16578651.n24.03>
- Blanco, I. (2014). Transparencia y gestión pública. *Sociedad, Estado y Territorio* 3(2), 31-50.
- Bourgon, J. (1999). *Citizens and the State: The Reforms to Come* (speech at the Institute of Public Administration of Canada National Conference). Fredericton: New Brunswick.
- Cejudo, G. M. (2013). La nueva gestión pública. Una introducción al concepto y a la práctica. En G. M. Cejudo (Comp.). *Nueva gestión pública* (pp. 17-47). México: Escuela de Administración Pública del D. F./Secretaría de Educación del D. F./Siglo XXI Editores.

- CEPAL (2019). *Gestión pública institucional para el desarrollo y la Agenda 2030*.
- Díaz de León Gómez, C. (2013). Nueva Gestión Pública y Gobernanza: Desafíos en su Implementación. *Daena. International Journal of Good Conscience*, 8(1), 177-194.
- DiMaggio, P. y Powell, W. W. (2001). Introducción. En P. DiMaggio, y W. W. Powell (Comps.). *El nuevo institucionalismo en el análisis organizacional* (pp. 33-75). México: Colegio Nacional de Ciencias Políticas y Administración Pública/ Universidad Autónoma del Estado de México/Fondo de Cultura Económica.
- García Sánchez, I. M. (2007). La nueva gestión pública: evolución y tendencias. *Presupuesto y Gasto Público* (47), 37-64.
- Güemes, M. C. y Hernández-Bonivento, J. (2014). Confianza, instituciones informales y políticas públicas, una compleja relación pendular. *Gestión y Análisis de Políticas Públicas* (12), 1-16. Doi: <https://doi.org/10.24965/gapp.v0i12.10212>
- Helmke, G. y Levitsky, S. (2003). *Informal Institutions and Comparative Politics: A Research Agenda (Working Paper 47)*. Indiana: Kellogg Institute for International Studies/University of Notre Dame.
- Lapsley, I. y Oldfield, R. (2001). Transforming the Public Sector: Management Consultants as Agents of Change. *The European Accounting Review* 10(3), 523-543.
- Launay, C. (2005). La gobernanza: Estado, ciudadanía y renovación de lo político. Origen, definición e implicaciones del concepto en Colombia. *Controversia* (185): 91-105.
- Leiras, M. (2004). ¿De qué hablamos cuando hablamos de instituciones informales? Disponible en: https://marceloleiras.weebly.com/uploads/2/2/7/0/22705072/leiras_2004_de_que_hablamos_cuando_hablamos_de_instituciones_informales.pdf
- Martin, S. (1983). *Managing without Managers*. Beverly Hills: Sage.
- Navarrete Ulloa, C. A. (2016). Institucionalismo informal: tras las huellas de un discurso institucionalista informal. *Perfiles Latinoamericanos* 24(47), 283-306. Doi: <https://doi.org/10.18504/pl2447-003-2016>
- North, D. C. (2005). *Understanding the Process of Economic Change*. Princeton: Princeton University Press.
- North, D. C. (1990). *Instituciones, cambio institucional y desempeño económico*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Ortun, V. (1995). Gestión pública: conceptos y métodos. *Revista Asturiana de Economía* (4), 179-193.
- Pérez Correa, F., Sandoval Moreno, A. y Torres Alonso, E. (2021). Reflexiones finales. A propósito de la gestión pública y social. En F. Pérez Correa, A. Sandoval Moreno y E. Torres Alonso (Coords.). *Gestión pública y social de los recursos*

- naturales. Visiones regionales* (pp. 272-278). México: Secretaría de Desarrollo Institucional, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pérez Correa, F., Torres Alonso, E. y Samaniego Sánchez, A. (2020). *Protección del ambiente. Políticas, derechos y conflictos en México*. México: Secretaría de Desarrollo Institucional, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pineda, H. S. (2015). *Gobernanza democrática territorial. Una aproximación analítica y cuantitativa*. Bogotá: Universidad del Rosario.
- Ramió, C. y Salvador, M. (2005). *Instituciones y nueva gestión pública en América Latina*. Barcelona: Fundación CIDOB.
- Sancho, D. (1999). *Gestión de servicios públicos: Estrategias de marketing y calidad*. Barcelona: Tecnos/Universitat Pompeu Fabra.
- Serna, M. S. (2001). El papel de las instituciones en la gestión de las administraciones públicas. *Revista del CLAD Reforma y Democracia* 20(5), pp. 1-19.
- Siavelis, P. (2006). Accommodating Informal Institutions and Chilean Democracy. En G. Helmke y S. Levitsky (Eds.). *Informal Institutions and Democracy. Lessons from Latin America* (pp. 33-55). Baltimore: The Johns Hopkins University Press.
- Torres Alonso, E., Samaniego Sánchez, A. y Zepeda Torres, A. (2021). Políticas públicas, organización regional y desarrollo rural. Un estudio de caso. En F. Pérez Correa, A. Sandoval Moreno y E. Torres Alonso (Coords.). *Gestión pública y social de los recursos naturales. Visiones regionales* (pp. 31-54). México: Secretaría de Desarrollo Institucional, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Torres Frago, J. (2012). Innovación en los gobiernos locales en Iberoamérica. Posibilidades a partir de la nueva gerencia pública. *Estudios Gerenciales* (28), 281-302.

La tradición sobre la Ley. Los sistemas consuetudinarios de pesos y medidas en el estado de Oaxaca

*Nimcy Arellanes Cancino**

Introducción

El control por el abasto y comercio de productos en México ha sido una constante histórica dentro de las políticas públicas del Estado, ya sea como intermediario o regulador de precios, así como a través del manejo e imposición de pesos y medidas en productos agrícolas, ya sean de cultivo o de recolección.

Esas decisiones gubernamentales sirvieron para homogeneizar los pesos y medidas de productos que pagaban impuestos por su transportación y comercio a los mercados públicos. La multiplicidad de pesos y medidas se daba en dimensiones diferenciadas (regional/local, nacional/internacional, indígena/europeo) que en conjunto muestran una compleja manera de pesar y medir principalmente los granos y los líquidos, así como el tipo de dinámicas sociales que se dan entre los vendedores y los compradores, entre los propios y regatones, de las que se desprenden códigos culturales propios de cada dimensión, más allá de las disposiciones gubernamentales.

A la par, el estudio de los sistemas de medidas conduce a preguntarse qué productos se comerciaban, su valor simbólico y práctico, así como los criterios por parte de las autoridades para establecer medidas estándares de longitud, peso y capacidad, aunado a las relaciones humanas que se establecían para confiar, desconfiar, verificar y denunciar el acto de compra-venta de un artículo. La información es muy vasta para tratarla a profundidad en estas páginas, por lo que nos constreñimos a la década de los treinta del siglo xx, punto de partida para analizar los orígenes de algunas de las medidas y los pesos, conocer sus nombres, y comprender que eran una forma de comerciar los productos de la tierra más allá de la exactitud de tasación exigida por el Estado mexicano liberal y capitalista a partir de la segunda mitad del siglo xix. Nos situamos en el estado de Oaxaca que, como veremos, fue el más numeroso en pesos y medidas tradicionales.

* Unidad Académica de Estudios Regionales, Coordinación de Humanidades, Universidad Nacional Autónoma de México.

Imposición y resistencia

A mediados del siglo XIX comenzó en América la adopción del sistema métrico decimal, lo que permitía al Estado unificar medidas y con ello desarrollar el comercio y la integración de los territorios nacionales (Vera y García, 2011). Los nuevos criterios del Gobierno Republicano en México tenían la intención de desplazar el sistema metrológico colonial, implantado a partir del siglo XVI por la Corona española. La tarea para establecer el sistema métrico no fue fácil ni exitosa, pues en 1933, casi cien años después, la Dirección de Estadística perteneciente a la Secretaría de la Economía Nacional, realizó una recopilación de las Medidas Regionales en todo México. Las 5,913 equivalencias de dichas medidas registradas en 1933 fueron triplicadas en 1937, cuando la misma Dirección solicitó a las autoridades municipales las denominaciones de las medidas regionales existentes en sus localidades y su equivalencia con el sistema métrico decimal.

En ese año fueron registradas para todo el país 15,226 medidas regionales de peso, volumen, superficie y capacidad, que desde los criterios comerciales impedían un intercambio comercial entre distintas regiones de un mismo municipio, pero principalmente recabar por parte del gobierno estadísticas agrícolas con datos cuantitativos homogéneos. De ese total, 2 789 eran de superficie, 5 691 de volumen o capacidad y 5 746 de peso (SEN, 1937). De manera nominal, eran 244 en total, de las que 115 eran de superficie, 130 de volumen o capacidad y 113 medidas de peso. Ello significaba que las denominaciones podían ser iguales, pero con distintas equivalencias. En esa multiplicidad encontrada en la época cardenista, el estado de Oaxaca tenía el mayor número de medidas a nivel nacional, seguido por Veracruz y en tercer sitio Puebla (*vid.* tabla 1).

Tabla 1. Entidades con mayor número de medidas regionales

Entidad	Número de medidas regionales
Oaxaca	114
Veracruz	95
Puebla	85

Fuente: SEN, 1937.

Puede haber varias explicaciones por las que Oaxaca fuera la entidad con mayor número de medidas regionales: los miles de pueblos que lo conforman hasta la actualidad. En la época novohispana, la fragmentada división política y eclesiástica, permitió a los Alcaldes Mayores y a los frailes imponer a los pueblos bajo su jurisdicción, un sistema de pesos y medidas procedentes de sus tierras de origen. Otro elemento es la escarpada geografía, que no facilitaba un comercio fluido de

bienes, por lo que se usaban las medidas consuetudinarias en el intercambio comercial cotidiano dentro de mercados regionales tradicionales.

La imposición de pesos y medidas era una manera de controlar el comercio. Hacia 1937, aún existían las garitas en las orillas de la ciudad de Oaxaca, donde los vendedores y productores procedentes de las distintas regiones del estado, pagaban el impuesto por la alfalfa, maíz, frijol, chile, pescado, carbón, madera, alfarería, cacahuete, mango, duraznos, manzanas, peras, zapotes negros, cuajinicuil y demás frutas y flores de temporada. El cobrar un impuesto significaba tener una medida para establecer las tarifas. Los problemas se presentaban cuando se compartían las mismas denominaciones pero no la misma equivalencia en el sistema métrico. Esto impedía homogeneizar los montos de producción y fijar precios para los productos expendidos en los mercados públicos. Sin embargo, la situación llegó a favorecer a los *proprios*, es decir, a los pequeños productores, la mayoría de origen indígena, pues al momento de pagar los productos, podían nombrarlos por medidas de origen novohispano; al carecer la garita de una balanza o pesa, los cobradores de impuestos, conocedores de las medidas tradicionales para la ciudad de Oaxaca, les cobraban una tarifa plana, de acuerdo a un determinado número de almudes, fanegas o cargas —entre otras medidas— que reflejaban el pequeño monto de producción de estos agricultores que a través de las ventas en mercados tradicionales adquirirían circulante para a su vez comprar, productos elaborados, tales como palas, tarpalas, machetes y demás enseres agrarios.

Comienza la venta, y con ello el pregón

*Carbonero, soy señores
Aquí les vengo a cantar,
Yo vendo cal con carbón, ¡Ay mamá!
A ver quién quiere comprar,
Vendo un medio, vendo un real, ¡Ay mamá!
Son, “El Carbonero”¹*

Vender no sólo consistía en realizar el intercambio comercial, también propiciaba una convivencia social, donde el mercado fungía como el centro para el intercambio de noticias y de pareceres sobre el estado social y económico de la región,² pues acudían de manera cíclica vendedores de diversos sitios al *día de plaza*, establecidos

1 “El Carbonero”. Página web: <https://www.youtube.com/watch?v=xWcdeZf7t0o>. Consultado el 12 de junio de 2021.

2 No es fortuito que por ello los mercados fueran los sitios de donde surgieran las revueltas o se corrieran las noticias sobre acontecimientos sociales, políticos y religiosos.

en puestos semifijos o como ambulantes, pregonando sus productos principalmente agrícolas.

En cada región había pregones, como “El Carbonero”, de la región del Istmo de Tehuantepec. De acuerdo al escenario y ambiente del mercado, se pregonaba de manera cadenciosa o también pícara, ofertando la naranja, las flores, las tunas o el durazno. De la misma manera se podía esperar distintos precios, como también distintas medidas de volumen o capacidad.

Las medidas de peso

Entre las medidas de volumen o capacidad más generalizadas estaba el Almud. Esta medida, de origen hispano-árabe, se utilizaba en 155 localidades de las entonces siete regiones de Oaxaca, incluyendo la capital. La medida consistía en una caja cuadrada de madera³ en empalme de espiga, donde se depositaba al ras o “copeteado” siete productos: el maíz, el maíz para siembra, el frijol, la cebada, el arvejón, el haba, el trigo, el chile verde y, de manera general, los granos (SEN, 1937).

La equivalencia en litros variaba de acuerdo al producto pesado y el pueblo productor, por lo que fluctuaba entre los 4 y 16 litros, como se ve a continuación en el cuadro 2.

Cuadro 2. Almud. Artículos, equivalencia y localidades. Oaxaca

Artículo	Equivalencia en litros	Localidad
Almud de arvejón	5	Santa María Quiegolani
Almud de cebada	7	Santiago Tejupam
Almud de chile verde	5	Asunción Tlacolulita, San Bartolo Yautepec, Santo Domingo Nejapa
Almud de frijol	5	Asunción Tlacolulita, Ixtlán de Juárez, Ocotlán de Morelos, San Andrés Solaga, San Carlos Yautepec, San Jacinto Amilpas, San Jerónimo Sosola, San Juan Bautista Ánimas Trujano, San Juan Lajarcia, San Miguel Quetzaltepec, San Pedro Mártir Quiechapa, Santa María Coyotepec, Santa María Ecatepec, Santa María Quiegolani, Santa María Sola, Santa María Zaniza, Santiago Lachivía, Santo Domingo Nejapa
Almud de frijol	8	San Andrés Lagunas
Almud de frijol	4	Santa Catalina Quieri
Almud de granos	7	Asunción Nochixtlán, San Antonino el Alto, San Bartolomé Yucuañe, San Juan Tamazola, San Juan Teposcolula, San Juan Yucutia, San Miguel Achiotla, San Miguel Tecomatlán, Santiago Comaltepec, Santiago Laxopa, Santiago Nejapilla, Santo Domingo Tehuantepec

3 De allí deriva el nombre de caja.

Artículo	Equivalencia en litros	Localidad
Almud de granos	5	La Ciénega, Coatecas Altas, Cuilapan de Guerrero, Chiquihuitlán de Benito Juárez, Guadalupe Etla, Hidalgo, Ixtlán de Juárez, Magdalena Teitipac, Monjas, Oaxaca de Juárez, Reyes Etla, San Agustín Etla, San Agustín Tlacotepec, San Andrés Miahuatlán, San Andrés Yaa, San Andrés Zautla, San Antonio Castillo Velasco, San Baltasar Yatzachi el Bajo, San Bartolomé Quialana, San Cristóbal Amatlán, San Cristóbal Lachirioag, San Francisco Cajonos, San Francisco Chapulapa, San Francisco Chindúa, San Francisco Logueche, San Francisco Yatée, San Ildefonso Amatlán, San Ildefonso Villa Alta, San Juan Atepec, San Juan Bautista Atlatlahuca, San Juan Bautista Jayacatlán, San Juan Evangelista Analco, San Juan Lachao, San Juan Tabaá, San Juan Yaeé, San Lucas Quiavini, San Mateo Cajonos, San Miguel Aloapan, San Miguel Amatlán, San Miguel del Puerto, San Miguel del Río, San Miguel el Grande, San Miguel Piedras, San Pablo Coatlán, San Pablo Huitzo, San Pablo Huixtepec, San Pablo Macuiltianguis, San Pablo Yaganiza, San Pedro Cajonos, San Pedro Mixtepec (Juquila), San Pedro Quiatoni, San Pedro Tututepec, San Pedro Yólox, San Pedro y San Pablo Ayutla, Santa Ana del Valle, Santa Ana Tlapacoyan, Santa Ana Zegache, Santa Catarina Estetla, Santa Catarina Minas, Santa Cruz Papalutla, Santa Cruz Xoxocotlán, Santa Inés del Monte, Santa Lucía del Camino, Santa Lucía Miahuatlán, Santa María Ayoquezco de Aldama, Santa María Atzompa, Santa María Ecatepec, Santa María Mixistlan, Santa María Pápalo, Santa María Peñoles, Santa María Tepantlali, Santa María Temascalapa, Santa María Tlahuitoltepec, Santa María Tlaxiactac, Santa María Totontepec, Santa María Yalina, Santa María Yolotepec, Santa María Chichihualtepec, Santiago Astata, Santiago Jamiltepec, Santiago Lalopa, Santiago Nuxaá, Santo Domingo Tepuxtepec, Santo Domingo Tomaltepec, Santo Domingo Xagacia, Santos Reyes Nopala, Santo Tomás Mazaltepec, Santo Tomás Tamazulapan, Silacayoapan, Tanetze de Zaragoza, Trinidad de Zaachila, Pluma Hidalgo
Almud de granos	16	Juchitán de Zaragoza, San Francisco Ixhuatán, Santa María Petapa, Santo Domingo Zanatepec
Almud de granos	7,5	San Bartolomé Zoogocho
Almud de granos	8	San Sebastián Nicananduta
Almud o cajón de granos	5	Santa María del Rosario, Santa María Temascalapa
Almud de maíz	2	Asunción Coyotepeji
Almud de haba	5	Santa María Quiegolani

Artículo	Equivalencia en litros	Localidad
Almud de maíz	5	Asunción Tlacolulita, Candelaria Loxicha, Ixtlán de Juárez, Ocotlán de Morelos, San Andrés Ixtlahuaca, San Andrés Miahuatlán, San Andrés Solaga, San Bartolo Yautepec, San Carlos Yautepec, San Jacinto Amilpas, San Jacinto Tlacotepec, San Jerónimo Sosola, San Juan Bautista Ánimas Trujano, San Juan Juquila, San Juan Lajarcia, San Mateo Calpulalpan, San Mateo Yucutindoo, San Melchor Betaza, San Miguel Quetzaltepec, San Pedro Apóstol, San Pedro Mártir Quiéchapa, San Pedro Teococuilco, Santa Inés del Monte, Santa Inés Yatzechi, Santa María Coyotepec, Santa María Ecatepec, Santa María Jiotes, Santa María Ozolotepec, Santa María Quiegolani, Santa María Sola, Santa María Zaniza, Santiago Camotlán, Santiago Lachivía, Santiago Matatlán, Santiago Suchilquitongo, Santo Domingo Nejapa, San Vicente Coatlán, San Vicente Lachixio, San Bartolo Yautepec, San Carlos Yautepec, San Jerónimo Sosola, San Juan Guelavía, San Pedro Mártir Quiéchapa, Santa María Quiegolani
Almud de maíz (para siembra)	7,5	Candelaria Loxicha
Almud de maíz	8	San Andrés Lagunas
Almud de maíz	6	San Juan Tabaá, Santiago Ixcuintepeç
Almud de maíz	4,5	San Luis Amatlán
Almud de maíz	4	Santa Catalina Quierí, Santa María Temaxcalapa,
Almud de maíz (para siembra)	5	Santa María Jiotes, Santiago Suchilquitongo, Santo Domingo Nejapa
Almud de maíz (para siembra)	8	Santa María Nduayaco, Santo Domingo Petapa
Almud de maíz	12	Santo Tomás Jalieza
Almud de maíz	5,5	Santa Inés Teotepec
Almud de trigo	5	Santo Domingo Nejapa, Soledad Etla

Fuente: Cuadro de elaboración propia con datos de la Secretaría de la Economía Nacional, 1937.

Si bien sólo se enuncian de manera oficial ocho productos y una denominación general, la conversión a cinco litros era la más común en todos los productos. En el caso de la que contiene más litros –16– corresponde a cuatro poblaciones de la región del Istmo de Tehuantepec, colindante durante la época colonial con el actual estado de Chiapas, lo que influyó en que el peso de la medida fuera similar a la entonces guatemalteca, que fluctuaba entre los 10 y 20 litros (SEN, 1937), puesto que la cercanía geográfica con la Capitanía de Guatemala durante casi tres siglos contribuyó a un continuo y constante comercio –legal como ilegal– que requirió de estandarizar los pesos y medidas en esa región. Es de notarse que Santo Tomás Jalieza, pueblo de origen zapoteco ubicado en los Valles Centrales, donde la caja o almud equivalía a 12 litros, rompía con el esquema de pesos y medidas para el maíz en su región. Esto se pudo deber al alto nivel de productividad de la tierra,

en su mayoría de lomeríos suaves⁴ y con dos cuerpos de agua, que en la década de los treinta del siglo pasado eran permanentes. También tuvo una alta cobertura de vegetación en comparación con sus municipios colindantes (Martínez, 2014).

Caso contrario a la abundancia de agua era el almud de dos kilos que existía en Asunción Cuyotepeji o Yucuñaña, ubicado en la región de la Mixteca, donde la precipitación pluvial no era abundante, debido a la sombra orográfica que causan la Cordillera Neovolcánica, la Sierra Madre Oriental y la Sierra del Norte de Oaxaca. A la par, abundan los pedregosos, siendo la excepción tres cañadas donde se concentran los cursos de agua y las mejores tierras (Solano, 1997) que en 1783, 1817 y 1850 fueron reclamadas como privadas por la familia de caciques mixtecos de apellido Villagómez, alegando que por generaciones recibieron tributo por parte de tres poblaciones de la región que se apropiaron de sus tierras para convertirlas en comunales (AGNMX, exp. 3; AGNMX, exp. 6) Para defenderse, los habitantes de Cuyotepeji solicitaron, en 1850, al Archivo General con sede en la Ciudad de México, la copia de la estancia de ganado menor que les había otorgado la Corona española en 1580, con el afán de justificar la propiedad, uso y usufructo de las tierras de cultivo comunales con que se alimentaban (AGNMX, exp. 1).

Finalmente, había pueblos donde la medida regional había perdido el nombre de almud y se le nombraba cajón. Tenían la misma capacidad que el almud y contenían los mismos tipos de gramíneas, exceptuando los chiles verdes, como se aprecia en la tabla 3.

Tabla 3. Cajón. Artículos, equivalencias, localidades. Oaxaca

Artículo	Equivalencia en litros	Localidad
Cajón de frijol	5	Santa María Zacatepec
Cajón de granos	5	Chalcatongo de Hidalgo, San Antonio Sinicahua, San Esteban Atatlahuca, San Francisco Cajonos, San Juan Mixtepec (Tlaxiaco), San Juan Numí, San Martín Huamelulpan, San Miguel Achiotla, San Pablo Tijaltepec, Santa Cruz Nundaco, Santa Cruz Tayata, Santa María Cuquila, Santa María del Rosario, Santa María Temaxcalapa, Santa María Yulotepec, Santa María Yucuhiti, Santiago Nundichi
Cajón de granos	7	Magdalena Jaltepec, Santa Inés del Río
Cajón de granos	8	San Sebastián Nicananduta
Cajón de maíz	5	Santiago Zacatepec, Santo Tomás Ocotepéc

Fuente: Cuadro de elaboración propia con datos de SEN, 1937.

⁴ Característica geográfica muy apreciada en el estado, ya que la mayoría de las tierras para siembra son escarpadas, con excepción de la región del Istmo de Tehuantepec, que cuenta con terrenos planos y con irrigación.

Cabe mencionar que la mayoría de los poblados que no utilizaban la palabra almud se localizan en la región de la Mixteca, colindante con el estado de Puebla, donde el uso de las medidas como el almud y el cajón era menos común para 1937, pues era desplazada por la Carga, medida de capacidad para producciones de gran volumen, en promedio de 200 litros (SEN, 1937). Este fenómeno fue causa también de una dependencia comercial con el estado de Puebla, donde las cosechas eran prístinas y en ocasiones se perdían, por lo que el autoconsumo principalmente del maíz hacía que la comercialización del grano local fuera casi nulo, en comparación con las cargas de maíz, frijol, cacahuete y arvejón que se vendían en los mercados de Huajuapán de León, Tlaxiaco y demás mercados semanales de la Mixteca.

Las medidas para líquidos

Como parte del control y estadísticas que se pretendían realizar con exactitud, fue necesario documentar las equivalencias de los contenedores de líquidos, la mayoría bebidas alcohólicas, incluyendo la más novedosa de la época, que era la cerveza.

**Cuadro 4. Medidas para líquidos.
Artículo, equivalencia y localidad. Oaxaca**

Artículo	Equivalencia en litros	Localidad
Barril para alcohol	70	Santa María Zacatepec, Taniche
Barril para líquidos	60	San Bartolo Yautepec, Santa María Chilapa de Díaz
Barril para líquidos	25	San Carlos Yautepec
Barril para mezcal	70	Santa María Quiegolani
Botella para líquidos	.833	San Bartolo Yautepec, San Pedro Mixtepec (Miahuatlán)
Botella para líquidos	.750	Santo Domingo Nejapa, San Pedro Tapanatepec, San Pedro Mártir Quiechapa
Botella para líquidos	1	Santiago Amoltepec
Botella cervecera	.333	Santiago Jocotepec, Santiago Yaveo
Cántaro para líquidos	5	San Juan Lajarcia, Santo Domingo Nejapa
Cántaro para líquidos	15	San Martín Tilcajete
Cántaro para líquidos	20	San Mateo Macuilxóchitl
Cántaro para líquidos	13	Santa Inés Yatzechi
Cántaro para mezcal	5	Santa María Ecatepec
Cántaro para pulque	5	Santa María Ecatepec
Galón para líquidos	2	San Pedro Huamelula

Artículo	Equivalencia en litros	Localidad
Garrafón de aguardiente	15	Santa María Camotlà,
Garrafón de aguardiente	18	San Andrés Teotillapan, San Juan Bautista Tuxtepec
Garrafón de aguardiente	17	San Juan Petapa, San Pedro Amuzgos
Garrafón de aguardiente	25	Santa Catarina Mechoacan
Garrafón para líquidos	9	Acatlán de Pérez Figueroa, Santo Domingo Cacalotepec
Garrafón para líquidos	18	Acatlán de Pérez Figueroa, San Blas Atempa, San Juan Bautista Tlacoatzintepec, San Pedro Tapanatepec
Garrafón para líquidos	25	La Compañía, San Francisco del Mar, San Juan Juquila Mixes, San Juan Yatzonea, San Pedro Ixcatán, Santa María Ayoquezcoco de Aldama, Santa María Cuquila
Garrafón para líquidos	17.5	Constancia del Rosario, Chapulapa
Garrafón para líquidos	17	Coyamecalco de Cancino, La Reforma, San Andrés Huaxpaltepec, San Francisco Ixhuatan, San José Independencia, San José Tenango, San Juan Cahuatepec, San Pedro Atoyac, San Pedro Teutila, Santiago Chazumba, Santiago Laollaga, Santo Domingo Tonalá
Garrafón para líquidos	12	Poblete
Garrafón para líquidos	19	San Juan Comaltepec, San Juan Cotzocón, Santiago Atitlán, Taniče
Garrafón para líquidos	20	San Juan Mazatlán, San Miguel el Grande, Santiago Yosondua, Santo Domingo Roayaga
Garrafón para líquidos	6	San Miguel Yotao
Garrafón para líquidos	10	San Pedro Huamelula
Garrafón para líquidos	15	Santa María del Tule Santos Reyes Yucuna
Garrafón para líquidos	18.5	Santiago Pinotepa Nacional, Santiago Tapextla, Santiago Ixcuintepepec
Garrafón para líquidos	13	Santiago Laxopa
Garrafón para líquidos	20	Santiago

Fuente: cuadro de elaboración propia con datos de SEN, 1937.

Como en el resto de los pesos regionales, las de capacidad eran medidas consuetudinarias, que fluctuaban entre los arreglos del vendedor y comprador, de acuerdo con el líquido a negociar, pero que contaban con parámetros establecidos de acuerdo al tipo de contenedor. Para el caso de los barriles, llama la atención la ca-

pacidad de 25 litros, que equivale a medio barril que se utilizaba en el siglo xvi en las Islas Canarias, el cual contenía 24 cuartillos o cuatro botijas (González, 2011).

Era común que los aguadores contuvieran el agua en cántaros. Los portaban en sus espaldas o sujetos a sus hombros por medio de un mecapal. Caminaban los barrios de la ciudad de Oaxaca surtiendo de agua para beber.⁵ La capacidad de sus cántaros variaba entre los 15 y 20 litros, generalmente portaban dos; algunos se valían de una mula o un burro para cargarlos.

Entre los líquidos que podían contenerse en las botellas estaban las bebidas alcohólicas de consumo local, como el catalán, el tepache, el aguamiel, el pulque, entre otros, además de la miel, que se vendía por garrafón y botella. En el caso del aceite para lámparas, se comerciaba por botella, garrafa y galón.

En el caso del galón, la medida de origen inglés fue introducida en México durante el periodo colonial a causa del comercio exterior y el contrabando (Carrera, 1967). Un caso excepcional en cuanto al uso de esa medida lo fue San Pedro Huamelula, donde su ubicación geográfica, entre la actual región del Istmo de Tehuantepec y la Región de la Costa, con una amplia franja de playa en el Océano Pacífico, además de ser en el siglo xvii la Alcaldía Mayor de Huatulco y Huamelula, era el sitio ideal para el comercio ilícito. Hacia 1781, el teniente de Alcalde Mayor de la jurisdicción de Huamelula era el irlandés Tomás de Williams, quien al igual que los anteriores funcionarios reales, estableció sus pesos y medidas en algunos productos, en este caso para los líquidos, por lo que el galón fue introducido por este irlandés (AGNMX, 1781). Un año después, en 1782, Juan Antonio Gutiérrez, receptor de alcabalas, solicitó el arresto de los gobernadores, alcaldes e indígenas de varios pueblos, incluido Huamelula, por tener pruebas del tráfico ilícito de “hilo caracol”. La petición fue rechazada por Tomás Villans de Aguirre, entonces Alcalde Mayor de Huamelula, quien es probable que estuviera involucrado en el negocio (AGNMX, 1782). Años más tarde, en 1809, el comercio ilegal fue denunciado, una vez más, cuando un barco de origen desconocido fondeó frente a las playas de Huamelula, probablemente para comerciar (AGNMX, 1809).

El garrafón en Oaxaca combinó diversas medidas utilizadas en la Península Ibérica, como la garrafa y propiamente el garrafón. Es por ello que las capacidades oscilan entre los 9 y 25 litros. En San Pedro Huamelula, tenía la misma capacidad que el galón, pero no procede del mismo origen, ya que se le puede asociar al uso de los cuatro cuartillos (aproximadamente 2 litros) que también se conocía con el nombre de azumbre (Carrera, 1967).

5 Son numerosas las imágenes fotográficas en el Fondo Mercados, existente en el Archivo Histórico Municipal de la Ciudad de Oaxaca al respecto.

Las medidas para el maíz

Un apartado especial es *Zea mays L.*, pues el estado de Oaxaca es considerado el reservorio genético más importante en México para esa especie (Rendón-Aguilar *et al.*, 2015), debido a que gran parte de las etapas tempranas de la diversificación del maíz acontecieron en los Valles Centrales de Oaxaca (Piperno y Flannery, 2001; Smith, 2000). Esto generó que el 90% del área sembrada en el estado fuera con alguna raza nativa o con maíz criollo (Rendón-Aguilar *et al.*, 2015). Son 35 las razas nativas oaxaqueñas, que representan más de la mitad de las existentes en el país (Solano, 2016). Con estos datos, es pertinente analizar cuáles eran las medidas regionales registradas en 1937 y reflexionar si esta variedad natural y sus prácticas tradicionales se podían empatar con una sola medida, la métrica decimal, ahora imperante para operaciones comerciales a pequeña y gran escala.

Quizá el autoconsumo permitió conservar las medidas tradicionales de origen árabe-occidental, ya que la producción era baja por diversos factores: eran milpas principalmente de temporal, con tierras en laderas de poca retención del agua o pedregosas. Estas condiciones geográficas y de calidad de la tierra permitían cosechar pequeñas cantidades –en relación con siembras de riego, en tierras de primera–, que no requerían de medidas de gran capacidad, como la tonelada, o la precisión del litro cúbico, sino de un sistema de capacidad y peso para repartir la cosecha en alimentar a la familia, seleccionar la semilla, regalar a los familiares cercanos, guardar para los tiempos climáticos difíciles y, si quedaba algo, vender. El maíz no se daba en trueque, sino como ofrenda, aportando para la fiesta patronal.

Cuadro 5. Medidas regionales para el maíz, Oaxaca, 1937

Medida y artículo	Equivalencia	No. de pueblos
Almud	2,4,5,6,8 litros	40
	1.95, 2.5, 2.583, 3, 3.2, 3.4, 3.45, 3.5, 3.6, 3.625, 3.75, 3.8, 3.833, 3.917, 4, 4.6, 5, 5.55, 5.51, 5.6, 5.7, 5.8, 6.667, 7.5, 8, 10, 11.5 kilos	109
Almud para siembra	7.5, 5, 8, 12 litros	8
	3.6 kilos	5
Canasto	12,23 kilos	2
Canasto de mazorca	10 kilos	1
Carga	33,80,96,120,144,150,200,224,240,252,288,480 litros	48
	23, 38, 40, 48, 60, 69, 72, 80, 92, 100, 110, 120, 138, 140, 144, 150, 153.6, 160, 164, 165, 168, 170, 175, 178, 180, 188, 184, 190, 192, 194, 196, 200, 226, 240,	92
Carga de mazorca de maíz	96 litros	1
	23, 100, 12, 160 kilos	6
Carga (Fanega)	88, 90, 144 kilos	3
Carga de maíz en grano	100 kilos	1

Medida y artículo	Equivalencia	No. de pueblos
Cuarterón	2, 2.5, 5, 60 litros	4
	.300, .958, 1, 20, 23. 35, 41.5, 87 kilos	5
Cuartilla	21 kilos	1
Cuartillo	2.5, 2.875, 2.880 kilos	5
Cuartillo para siembra	2.5, 8 litros	2
Cuarto	.875, 1 kilos	3
Fanega	62.5,96,120,125,144,150,168,177,192,240 litros	81
	50, 62, 66, 69, 70, 72, 74.640, 75, 77, 80, 81.5, 82, 84, 84.5, 85, 86, 87, 88, 90, 91, 91.5, 92, 93, 94, 96, 100, 120, 125, 128, 138, 144, 168, 180, 184, 200 kilos	195
Fanega para siembra	15,120,168,245 litros	13
	85, 144 kilos	2
Fanega de maíz cajete	120 kilos	1
Fanega de maíz temporal	108 kilos	1
Fanega de maíz tepezintle	100 kilos	1
Fanega de maíz zapalote	80 kilos	1
Fanega de mazorca	96 kilos	1
Jícara	1, 1.7, 2 kilos	4
Mano	5 mazorcas	3
Mano para siembra	2 kilos	1
Maquila	4,5,6,7,8,10,30 litros	34
	3.2, 3.250, 3.354, 3.450, 3.5, 3.680, 4, 4.8, 5, 5.125, 5.250, 5.5, 5.760, 6.250, 7, 7.250, kilos	41
Maquila para siembra	5,6,7,8,10 litros	48
	5 kilos	1
Media	60 litros	1
	37.5, 39, 42.5 kilos	3
Media para siembra	60 litros	1
Media	37.5, 39, 42.5 kilos	3
Medida	5, 23 kilos	2
Red	3.600, 69 kilos	2
Red de mazorcas	40, 48, 50, 60 kilos	4
Tercio	120 litros	3
	3, 11.5, 23, 33, 34, 34.5, 44, 46, 48, 50, 75, 78, 80, 92 kilos	37
Tercio para siembra	4 kilos	1
Tercio de mazorca	48 litros	1
	50 kilos	
Yunta para siembra	5, 6, 7.5,14 kilos	4
Zontle de mazorca	400 piezas	8
	62 kilos	1
Zontle de maíz	46, 57, 62 kilos	4
Zontle de grano	46 kilos	3
	Total de pueblos	837

Fuente: Elaboración personal con fuentes de SEN, 1936. En este caso, se omitió el nombre de las localidades, por ser un número mayor a cien.

En el sistema de pesos y medidas, tanto consuetudinario como métrico decimal, el maíz es el producto con mayor variedad de pesos. Para la tercera década del siglo xx se comercializaba para dos fines: la alimentación y la siembra. Además de ser pesado fanegas, que era la medida más común en el estado de Oaxaca, se podía adquirir en otras 13 medidas: canasto, carga, cuarterón, cuartilla, cuartillo, cuarto, fanega, mano, maquila, medida, red, tercio, yunta y zontle. De estas medidas se desprendía una multiplicidad de pesos en litros y kilogramos, lo que denota una influencia paulatina del Estado mexicano por convertir los pesos y medidas coloniales al sistema métrico.

Cuando no se desgranaba el maíz y se ofertaba en mazorca, se vendía por mano. Generalmente esta medida es de longitud, pero en este caso es de capacidad, correspondiente a dos modalidades: la métrica, con una capacidad de 2 kilos, y la tradicional, con una capacidad de cinco mazorcas. En la segunda se denota una medida antropométrica mesoamericana, en la que cada mazorca corresponde a un dedo de la mano. En la práctica, la capacidad por peso era imposible estandarizar, pues en Tuxtepec y Santiago Jocotepec, sitios donde se comerciaba el maíz de esa manera, el peso variaba de acuerdo a la calidad de la cosecha y la variedad de maíz sembrada.

El zontle, correspondiente a 400 piezas de mazorca, medida con que comercializaban los pueblos de San Felipe Usila, San Juan Bautista Tuxtepec, San Juan Lallana, San Pedro Ixcatlán, San Pedro Usumasinta, Santa María Jacatepec y Santiago Yaveo (SEN,1937), es de origen prehispánico. Esta medida aparece en la Matrícula de Tributos o Códice Mendocino, por lo que es de origen nahoa, con la que se tasaban los tributos a entregar a la Triple Alianza.

En el caso de la Yunta, se trataba de una medida que oscilaba entre los 5 y 14 kilos, utilizada exclusivamente en la región de la Mixteca, en la que se medía exclusivamente el maíz para siembra (SEN, 1937).

Del maíz también se comerciaba el rastrojo o zacate de maíz, particularmente en San Juan Yucuita, donde un manojo de maíz cajete o de maíz temporal correspondía a cinco kilos. La pequeña cantidad de la medida denota una producción a baja escala, donde el aprovechamiento directo es del productor y sus excedentes los comercializados.

Levantando el puesto...

La variedad de pesos y medidas que existían en México durante la década de los treinta del siglo pasado fue una herencia mercantil impuesta por las instituciones de la Corona española a partir del siglo XVI. Lo heterogéneo que existía en la Península fue traído a la Nueva España, que en el caso del estado de Oaxaca, se

dio la misma realidad que existía en la metrópoli, en el que “... cada provincia, cada región, muchas veces cada pueblo o cada villa, tuviese su sistema especial y acomodaticio según el cual verificaban sus contrataciones” (Carrera, 1967). En cualquiera de las orillas del Océano, habían confusiones para mercar, por lo que hasta el siglo XIX comienzan a homogeneizarse los pesos y medidas de acuerdo al sistema métrico decimal, que si bien estandarizaron los intercambios comerciales a distancia, no terminaron con medidas tradicionales entre regiones y pueblos principalmente indígenas.

En la actualidad, las políticas internacionales apuntan a que los pequeños productores ingresen en las cadenas de valor y mercados modernos, entendidos como mercados “de alto valor” (Vorley *et al.*, 2012). Estas políticas cuentan con antecedentes históricos que permitieron preparar el terreno para las exigencias económicas actuales, que en diversas partes del mundo son incompatibles con la realidad socioambiental, cultural e histórica de los millones de agricultores y vendedores que tienen presencia en los mercados tradicionales.

En el caso de México, reflexionar sobre el pasado de los ahora denominados “pequeños agricultores (Vorley *et al.*, 2012) es una labor apremiante en el marco de las transformaciones globales sobre la adaptación al cambio climático, la soberanía alimentaria y la autosuficiencia alimentaria. La información histórica permite conocer y reflexionar sobre las diversas políticas hacia el campo, que han influido de manera directa en la forma de comerciar.

Por otra parte, es de notarse que, a pesar de los numerosos grupos indígenas en Oaxaca, ninguna de las denominaciones sea en alguna de las ahora 16 lenguas oaxaqueñas, lo que indica que los pesos y medidas que existían en la década de los treinta del siglo XX eran en su mayoría denominaciones novohispanas, coloniales, las cuales fueron convertidas al sistema de pesos y medidas decimal. Llama la atención que la medida mesoamericana más explícita conservada, el Zontle, era la utilizada para la tributación en tiempos prehispánicos. A pesar de no ser la metrología regional originaria de los pueblos indígenas, puede ser su uso considerado una resistencia de algunos pueblos indígenas oaxaqueños hacia la estandarización de medidas, idiomas (Lira, 2020: 148) y de comerciar, como también una relativa autonomía en el control, intercambio y circulación de los bienes, que trasciende el acto comercial y permite en ocasiones crear vínculos de amistad, compadrazgo y parentesco.

Al concluir este capítulo se abren otras interrogantes e hipótesis que se desprenden de la gran variedad de los pesos y medidas en Oaxaca: ¿esta variedad también responde a las numerosas diferencias lingüísticas e identitarias de los pueblos indígenas? ¿Fue una forma de retomar el sentido de una medición prehispánica,

no sólo fundada en el cuerpo humano (López Austin, 1981)⁶ sino también en medidas abstractas pertenecientes a ciertos estamentos prehispánicos, como los comerciantes? ¿Es probable que la adopción de pesos y medidas arábico-europeas por las comunidades oaxaqueñas durante el siglo XVI les permitió adaptar medidas y formas de comerciar mesoamericanas? De ser así, se comprende la resistencia pacífica, silenciosa, manifiesta en la práctica, de no adoptar el sistema métrico decimal. Finalmente, cabe señalar que el maíz era el grano con mayor variedad de pesos tradicionales, lo que no es sorprendente si forma hasta ahora la base de la alimentación de toda la nación.

Referencias

- Archivo General de la Nación, México (AGNMX). Exp. 1. “Los representantes del pueblo de Santa María Cuyotepeji, del Partido de Huajuapán, solicitan se les expida copia de la Merced que les fue expedida en 1578 de un sitio de estancia para ganado menor en términos de dicho su pueblo, en el lugar que en zapoteco llaman Tacasubaya. Se citan los pueblos de Santa María Camotlán, San Francisco Tipoa, San Juan Xochitepec y Santiago Miltepec”. 24 ff.
- Archivo General de la Nación, México (AGNMX). Exp. 3. “Gregorio de Villagómez, sobre posesión de tierras. Cita los pueblos de Tequixtepec, Cuyotepeji, Acaquizapan, Chazumba y Zapotitlán. 1783”. 13 ff.
- Archivo General de la Nación, México (AGNMX). Exp. 6. “Mariano Francisco Villagomez, Cacique de los Pueblos de Tequistepec, San Juan Suchixtepec, Chila y Santiago Miltepec, Contra los naturales de este último, sobre posesión de tierras. Cita los Ranchos de la Cañada, los Horcones, y San Antonio, Alias Los Guerreros, así como el pueblo de Cuyotepeji. 1817-1819”. 126 ff.
- Archivo General de la Nación, México (AGNMX). Instituciones Coloniales. Gobierno Virreinal. Alcaldes Mayores (005). Volumen 4. Junio 22 de 1782. Ff.12-13 v.
- Archivo General de la Nación, México (AGNMX). Instituciones Coloniales. Gobierno Virreinal. Marina (068). Volumen 140. Expediente 12. 1809. Ff. 264-283.
- Carrera Stampa, M. (1967). El sistema de pesos y medidas colonial. *Memorias de la Academia Mexicana de la Historia*, (1) tomo XXVI.
- González Rodríguez, J. M. (2011). Consideraciones sobre algunas antiguas medidas canarias. *Anuario de Estudios Atlánticos*, (57): 386-417.

6 Si bien la bibliografía citada para fundamentar dicha afirmación corresponde a los nahoas, la concepción del cuerpo como medida en los pueblos zapotecas se manifiesta en sus títulos primordiales, como también en su lengua, particularmente en las denominaciones para las partes de un terreno, solar y patios. *Vid.* Diccionarios zapoteco-español, vocabularios y demás textos bilingües o monolingües editados por el Instituto Lingüístico de Verano.

- Lira Muñoz, M. (2020). Cajetes, almudes y pesas en la plaza de Tlacolula. Coexistencia de medidas y economías en el mercado. *Revista Ciencias y Humanidades*, *xvii*(11), 149-169.
- López Austin, A. (1981). *Cuerpo humano e ideología. Las concepciones de los antiguos nahuas*. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Martínez Sánchez, A. (2014). *Análisis de vulnerabilidad hídrica en la cuenca del Valle de Ocotlán, Oaxaca*. Tesis de Grado, Maestría en Ciencias en Conservación y Aprovechamiento de los Recursos Naturales. México: CIIDIR Oaxaca.
- Piperno, D. y Flannery, K. (2001). The earliest Archaeological Maize (*Zea Mays L.*) Highland Mexico: New accelerator Mass Spectro dates and their implications. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. *98*(4): 2101-2103.
- Rendón-Aguilar, B. et al. (2015). Diversidad de maíz en la sierra sur de Oaxaca, México: conocimiento y manejo tradicional. *Polibotánica* *39*, 151-174.
- Secretaría de la Economía Nacional (SEN) (1937). *Medidas regionales*. México: Dirección General de Economía.
- Solano, C. (2016). *Diagnóstico de la cadena de valor maíz-tortilla en las Regiones de Oaxaca*. México: COPLADE. Disponible en: http://www.coplade.oaxaca.gob.mx/wp-content/uploads/2017/04/Perfiles/Anexo_sPerfiles/5.%20CV%20MAIZ.pdf
- Solano Hernández, L. (1997). Estudio florístico y descripción de la vegetación del municipio de Asunción Cuyotepeji, distrito de Huajuapán de León, Oaxaca, México. *Polibotánica*, (5): 37-75.
- Vera, H. y García Acosta, V. (Coords.) (2011). *Metros, leguas y mecatres. Historia de los sistemas de medición en México*. México: Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social/Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial.
- Vorley, B. et al. (2012). *Agricultores de pequeña escala en el mercado globalizado: tomando decisiones en un mundo cambiante*. Bolivia: International Institute for Environment and Development/Mainumbury Ñacurutú.

Relevancia sociocultural del bosque de galería del río Fuerte por pobladores ribereños*

*Estuardo Lara Ponce***
*Hugo Humberto Piña Ruiz****
*Salvador Sampayo Maldonado*****

Introducción

El río Fuerte, con una extensión estimada de 670 km, irriga los valles agrícolas del norte de Sinaloa, y significa para las comunidades Yoreme-Mayo, un reservorio hídrico, de vegetación, y de relevancia cultural que provee bienes y servicios, además de ser un sitio recreativo y un espacio sagrado. Existe una relación estrecha entre la flora del río Fuerte y las áreas aledañas a las comunidades ribereñas, sin embargo, esta perspectiva socioambiental ha sido poco explorada. Con el objetivo de analizar la composición del bosque de galería y los usos socioculturales por los pobladores ribereños, se realizó un estudio etnoecológico en una sección del río Fuerte. Se exploró la diversidad de la vegetación de una longitud de 19.53 km, que incluyó al Margen Inferior Izquierdo (MI) y Margen Superior Derecho (MSD), y se documentó el aprovechamiento cultural de las especies por los pobladores.

El trabajo de campo consistió de dos fases: a) obtención de datos cualitativos con entrevistas abiertas a informantes clave, y b) levantamiento de datos cuantitativos mediante muestreo sistemático. Los resultados en el bosque de galería identificaron a 27 especies (trece árboles, nueve arbustos y cinco plantas herbáceas), distribuidas en 15 familias botánicas, siendo la fabácea la de mayor predominancia con 11 especies, y el género más representativo *Acacia*. Estas especies tienen gran diversidad de usos locales: medicinal, alimenticio, artesanal, maderable, combustible, construcción, ornamental, ritos y vestimenta, así como forrajero.

* El presente trabajo forma parte del proyecto 243129 “Patrimonio biocultural de los Yoreme y Yoris del norte de Sinaloa: recursos naturales, conocimiento tradicional y práctica productiva”. Proyecto Apoyado por el Fondo Sectorial de Investigación para la Educación (SEF-Conacyt).

** Universidad Autónoma Indígena de México.

*** Universidad Autónoma Indígena de México.

**** Facultad de Estudios Superiores Iztacala, Universidad Nacional Autónoma de México.

De acuerdo con el conocimiento local, siete especies presentan usos múltiples, siendo los árboles con mayor importancia etnobotánica *Pithecellobium dulce*, *Populus mexicana* y *Prosopis juliflora*. El aprovechamiento cultural del bosque de galería por los yoremes, coincide con otros estudios etnobotánicos que han documentado que las plantas ocupan un lugar especial en su cosmovisión.

El estudio alerta de la problemática socioambiental regional, ya que la pérdida de la biodiversidad se debe al avance de la frontera agrícola, la actividad ganadera y la contaminación.

Importancia ecológica y socioambiental del río Fuerte

La República Mexicana tiene una extensión territorial total de 1'972,550 km², de la cual, el 2.5 % de la superficie está compuesto de agua en la que ríos y arroyos conforman una red hidrográfica de 633,000 km, que se distribuyen en 51 cursos hidrológicos por los que fluye el 87 % del escurrimiento superficial. En el noroeste de México se localiza el río Fuerte que geográficamente se ubica entre los paralelos 25° 46' 40" y 28° 11' 26" latitud Norte y los meridianos 106° 15' 51" y 109° 25' 37" de longitud Oeste, y forma parte de la Región Hidrológica número 10 denominada Sinaloa, incluida en la Región Hidrológica Administrativa III, cuya área abarca todas las corrientes que descargan en el litoral del Océano Pacífico (Diario Oficial de la Federación [DOF], 2015; Comisión Nacional del Agua [CONAGUA], 2018). Este extenso río se forma en la Sierra Madre Occidental, nace en el estado de Durango y luego de recorrer 17 kilómetros atraviesa al estado de Chihuahua, donde se le unen importantes afluentes como los ríos Loera, Turuachi, Tenoriba, Batopilas, Urique, Chínipas y el río Choix (Parra-Flores, 2010).

Como cuerpo de agua, el río Fuerte presenta un escurrimiento superficial medio de 5,176 millones de m³/año, en un área de 33,590 km² y 540 km de longitud total de la corriente principal, los escurrimientos que provienen de las partes altas de la Sierra Madre Occidental desembocan en el Golfo de California (CONAGUA, 2010; DOF, 2015). En el territorio de Sinaloa, el río atraviesa los valles agrícolas de los municipios de Choix y El Fuerte, que forman parte del Distrito de Riego 075 "Río Fuerte" (CONAGUA, 2018).

La cuenca hidrológica a la que pertenece el río Fuerte, es exorreica y sus aguas son controladas en las presas Luis Donaldo Colosio (Huites), Miguel Hidalgo y Costilla (El Mahone) y Josefa Ortiz de Domínguez (El Sabino). Los escurrimientos aguas abajo son derivados a canales y utilizados para el riego de gran parte de los valles y llanuras costeras a ambos lados del río; en estos terrenos se practica la agricultura comercial y la ganadería, y hay zonas de tipos de vegetación semidesértica y asentamientos humanos. Actualmente, el agua proveniente del río cubre

al valle del Fuerte en una superficie de irrigación de 228,337.20 has, que se divide en 13 módulos de riego (Red del Valle del Fuerte, 2020).

El clima de la cuenca donde se ubica el río Fuerte es extremo. En la parte alta prevalece clima templado, húmedo con régimen de lluvias uniformes y verano fresco y largo. La oscilación térmica es de temperaturas medias mensuales entre 2 y 31°C y una precipitación máxima de 1,209 milímetros anuales. En la cuenca media, el clima es semiseco, cálido, con régimen de lluvias en verano, la oscilación anual de las temperaturas es mayor de 17°C y la precipitación máxima es de 993 milímetros. Mientras que en la cuenca baja —donde se realizó el presente trabajo— prevalece el clima seco, cálido con lluvias en verano, con temperaturas medias mensuales mayores a 21°C y una precipitación de 267 mm (CONAGUA, 2014: 239). Sobre la importancia del clima regional, un estudio reveló que la distribución de la sequía en la cuenca del río Fuerte y las áreas más afectadas por este fenómeno, se encuentran en la parte alta y media de la cuenca, lo que pone en riesgo a las actividades agrícolas de la parte baja, al disminuirse la captación de agua de las presas (Castillo, Ibáñez, Valdés, Arteaga y Vázquez, 2017: 51). La altitud también es una variable estrechamente relacionada con el clima: en la parte más alta las elevaciones son hasta de 3,300 msnm, mientras que en la parte media prevalecen altitudes de 300 msnm, y en la parte baja las elevaciones alcanzan los 3 msnm (Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática [INEGI], 2009). Por su parte, los tipos de suelos primordialmente del área de estudio del río Fuerte, son clasificados como phaeozem, cambisol y el vertisol. Los dos primeros son suelos profundos, impermeables, demasiado finos y suaves; los vertisoles, en cambio, son suelos muy duros en la estación seca y muy plásticos en la húmeda. Por ello, el trabajo agrícola es difícil, excepto en los cortos periodos de transición entre ambas estaciones, sin embargo, con un buen manejo técnico son muy productivos (INEGI, 2009).

La biodiversidad regional asociada al río es de suma importancia. Un estudio regional del municipio del Fuerte, reporta diversas especies de fauna de uso cultural. En mamíferos destacan el venado, jabalí de collar, coyote, zorra gris, gato montés, puma, zorrillo, coatí, tejón, mapache, tlacuache, liebre, conejo, rata de monte y armadillo. En cuanto a aves, se menciona al pato mexicano, pato de collar, ganso canadiense, pichichi, palomas, chachalacas, codorniz; y en reptiles, limacoas y víboras (Cortés-Gregorio *et al.*, 2013). Por su parte, el cauce ribereño alberga diferentes tipos de peces, como son el *Atherinella elegans*, *Campostoma ornatum*, *Catostomus plebeius*, *Codoma ornata*, *Cyprinella ornata*, *Gila robusta*, *Ophisternon aenigmaticum* (Rush, 2009). En el caso de los pescadores, en particular los furtivos, son quienes capturan a especies como la lobina, mojarra y el cauque, de alta cotización, de los que obtienen ingresos económicos importantes (Parra-Flores, 2010).

El otro aspecto biótico asociado a la biodiversidad es la vegetación. De acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2020), en las partes altas de la cuenca del río Fuerte se encuentran especies como pino, encino, abeto, ciprés, bonete, cazahuate, chamal y coníferas; mientras que en las partes medias y bajas se desarrolla la selva baja caducifolia, con una variedad de especies representativas como son el torote blanco, torote colorado, hierba de burro, gobernadora, palo de fierro, candelilla garambullo, entre muchas otras, que alternan con importantes áreas de agricultura de riego. Por tipos de vegetación, según Rzedowski (2006), sobre el cauce del río Fuerte se presenta en su totalidad el bosque de galería, colindando con el matorral xerófilo y el bosque espinoso el cual sirve de habitat a una numerosa población de mezquital y de bosque tropical caducifolio o selva baja.

El bosque de galería

Estos bosques conforman una comunidad arbórea establecida en paralelo a los ríos y arroyos de gran parte del país; forman franjas angostas de vegetación de escasos metros, donde las variables climáticas como la altitud, temperatura y precipitación varían mucho (Fajardo, Veneklaas, Obregón y Beaulieu, 1999); se consideran áreas forestales naturales, intermediarias entre los terrenos de cultivos agrícolas y los cuerpos de agua; actúan como un corredor biológico entre los ecosistemas acuáticos y terrestres. Estos ecosistemas asociados a ríos, pueden identificarse por las características del suelo, por las especies vegetales que los conforman, adaptadas a inundaciones consecutivas (Rzedowski, 2006).

Los servicios ecológicos que prestan los bosques ribereños sirven de filtro entre el río y áreas aledañas, pues impiden el paso al cauce de agroquímicos y productos orgánicos utilizados como insumos agrícolas y desechos agropecuarios. La disposición vertical en capas de vegetación de este bosque es primordial para la calidad del agua, amortiguar el proceso de sedimentación de los lechos del río, proteger de la erosión de suelos, y proveer de hábitat a la fauna silvestre (Granados-Sánchez, Hernández-García, López-Ríos, 2006). Además, brinda recursos alimenticios abundantes y diversificados para la fauna terrestre, lo que influye en la cadena alimentaria de los peces. En cambio, en las zonas aledañas, estos bosques desempeñan un papel importante en la anidación de aves, que son depredadoras de roedores e insectos que atacan a los cultivos cercanos. Durante los periodos sin lluvia, estos bosques son zonas de refugio para los animales (Granados-Sánchez *et al.*, 2006). Esta continuidad longitudinal hace posible que los bosques de galería funcionen como un corredor biológico que conecta a diversos ecosistemas.

En el norte de Sinaloa, los bosques de galería descritos se ubican sobre los márgenes de los cuerpos de agua como ríos, arroyos y en condiciones de humedad. Solamente para el municipio de El Fuerte, se reporta un total de 182.17 ha de este bosque (Comisión Nacional Forestal [CONAFOR], 2014). Rzedowski (2006), menciona entre las principales especies dominantes de la flora ribereña, al aliso (*Platanus* sp.), álamo (*Populus* sp.), sauce (*Salix* sp.), fresno (*Fraxinus* sp.), y otros géneros como *Astianthus*, *Ficus*, *Alnus*, *Bambusa*, *Carya*, *Taxodium*, *Inga*, y *Pachira*. En los ríos Yaqui y Bavispe, en Sonora, Rodríguez-Estrella y Brown (1990), reportan como especies relevantes al palo fierro (*Olneya tesota*), ébano (*Ebanopsis ebano*), guamúchil (*Pithecellobium dulce*), mezquite (*Prosopis glandulosa*), sauce (*Salix gooddingii*), higuera (*Ficus petiolaris*), chicura (*Ambrosia ambrosioides*), jaboncillo (*Sapindus saponaria*), palma (*Erythea roezlii*), e individuos dispersos de álamo (*Populus fremonti*). Mientras que Villareal, Carranza, Estrada y Rodríguez (2006), al caracterizar la vegetación de los ríos Sabinas y de San Rodrigo en Coahuila; hallaron al *Taxodium mucronatum* (sabino) como especie común y dominante en el primer cuerpo de agua; en cambio en el río San Rodrigo, la especie frecuente es el *Platanus glabrata*.

La vegetación del río y su aprovechamiento por los Yoreme-Mayo

En la parte norte de Sinaloa, los municipios de Choix, El Fuerte y Ahome conforman una región administrativa municipal, por donde se reciben beneficios de las aguas del río Fuerte. Este cuerpo hidrológico se encuentra vinculado con la presencia humana desde épocas antiguas. Se menciona que los pueblos originarios como los *ahome*, *zuaque*, *tehuecos*, ocupaban territorios asentados en los valles más fértiles de Sinaloa, y aprovecharon el recurso agua para el cultivo de las plantas alimenticias que consumían (Carpenter, 2008). Al respecto, Obregón (1988) hace mención del pueblo de Urique, ubicado en los márgenes altos del río Fuerte, como un sitio donde los españoles de aquel tiempo, recibieron obsequios de los nativos, como maíz, frijol, calabaza, pescado, carne de venado, liebre, conejo y codorniz en grandes cantidades.

En la actualidad, los pobladores de ascendencia Yoreme-Mayo del sur de Sonora y norte de Sinaloa, viven en una extensión territorial de 7 625 km², distribuidos en tres regiones: la falda de la sierra o sierra baja, el valle y la franja costera que son irrigados por los ríos Mayo y Fuerte. En el sur de Sonora, la población de alrededor de 75,000 habitantes está asentada principalmente sobre las riberas del río Mayo en diversas comunidades de los municipios de Álamos, Navojoa, Etchojoa y Huatabampo; mientras que en el norte de Sinaloa, las localidades de identidad

Yoreme se encuentran dispersas en los valles agrícolas irrigados por el río Fuerte que recorre los municipios de Choix, El Fuerte y Ahome, cuya población asciende a 20,557 habitantes (Gobierno del Estado de Sonora, 2020; INEGI, 2009).

Los valles agrícolas que forman parte de la Región Biocultural Yoreme, al ser irrigados por el río Fuerte, se han configurado en un área con potencial de producción de cultivos, y convertido en un polo de desarrollo agrícola desde hace ya décadas, aunque junto con las serranías y lomeríos, presenten grados de vulnerabilidad municipal, ocasionados por precipitaciones irregulares, inundaciones y temperaturas extremas (Lara, 2020). Las poblaciones de esta área, mayoritariamente mestizas, ejidatarios yoremes o arrendatarios, practican la agricultura de riego y los sistemas productivos modernos, además de la ganadería extensiva y la pesca ribereña, actividades que se han convertido en fuentes de trabajo y de sostén para las familias que comercializan productos agrocomerciales en la región, en otros estados y de exportación.

En lo concerniente a los pueblos indígenas del noroeste, estos han conservado su relación con la naturaleza, y de distintas formas han nutrido su cultura, que se integra por saberes relacionados con la alimentación, vestido, herramientas y remedios para la salud. Esta sabiduría ancestral es resultado de una continua práctica—heredada por generaciones—de observación, experimentación y aprovechamiento de la naturaleza y de los ciclos que la caracterizan, como es el caso de los recursos hídricos. Las prácticas culturales mencionadas, son similares a lo que sucede con las comunidades ribereñas Yoreme-Mayo. El monte es un ambiente natural donde se establece la relación del hombre con la naturaleza, y el papel de la naturaleza, como ente proveedor de su mundo, se expresa en el carácter que desempeñan los danzantes yoremes como venados y pascolas. Estos fiesteros, todavía hoy, utilizan insignias como las pieles de los zorros o gatos montés, que junto con las ramadas, son síntesis visual y simbólica del concepto clave presente en la cosmovisión del Yoreme: “el monte”, “el mundo”, “el mundo de la naturaleza” (*juyya ánia*), ámbito de donde, desde tiempos antiguos, obtenían lo necesario para subsistir a través de la caza, la recolección y la pesca. En este ambiente natural confluyen hombre, plantas y animales en una interacción normada por el tiempo. El *juyya ánia*, ha sido la parte integral de la cotidianidad humana, donde no había una separación estricta entre el monte y el pueblo (Moctezuma-Zamarrón y López-Aceves, 2007; Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas [CDI], 2012).

El río Fuerte es para las comunidades paralelas a su cauce, un reservorio de recursos hídricos y de vegetación de relevancia cultural, socioeconómica y ambiental, que les provee de una gama de bienes y servicios, así como un sitio recreativo y espacio sagrado donde realizan parte de sus ritos tradicionales. Para los Yoremes, las plantas proveen alimento, curación, protección, y son parte de la vida cotidiana.

na. Algunas se consideran sagradas como el mezquite, al ser un símbolo distintivo de cruz de madera en una casa Yoreme; similar significado tiene para el álamo que es considerado la *vida* (Moctezuma-Zamarrón y López-Aceves, 2007; Moctezuma-Zamarrón y Aguilar-Zeleny, 2013). La flora asociada a los recursos hídricos no es menos importante en la economía familiar de localidades equiparables; por ejemplo, en El Ranchito de Mochichahui se documentó que la comunidad se abastece de leña del río y del matorral xerófilo cercano como del ecosistema ripario, las especies más requeridas son el álamo y el guamúchil, mientras que del matorral se aprovecha el mezquite, palo colorado y brasil (Bautista y Rodríguez, 2015).

Desarrollo

En la actualidad existe una relación estrecha entre la flora del río Fuerte y las áreas aledañas a las comunidades ribereñas. Para obtener información y evidencia de esta relación fue que se exploró el estado de la vegetación que se encuentra en los márgenes del río Fuerte, y se documentaron los usos empleados de las principales especies por los pobladores de ascendencia yoreme, así como de los mestizos que habitan la ribera de la corriente hidrológica.

Se exploró una sección del río Fuerte en la parte media de los valles agrícolas, que incluye los márgenes clasificados del río de acuerdo a la dirección de la corriente del cauce. Los márgenes fueron denominados como: Margen Inferior Izquierdo (MI) y Margen Superior Derecho (MSD). Ambos márgenes tienen una longitud de 19.53 km, de los cuales 310 ha le pertenecen al MI y 230 ha al MSD, ambos polígonos suman una superficie de 540 ha, e inician desde la comunidad de San José de Cahuinahua a la altura de la presa derivadora del mismo nombre y terminan en el ejido Teroque Viejo. En forma contigua al área de estudio, colindan dos módulos de riego, los cuales pertenecen a los módulos Taxtes III-2 y Cahuinahua V-2 (Red del Valle del Fuerte, 2020).

El trabajo de campo se dividió en dos fases: primeramente la obtención de datos cualitativos con la ayuda de informantes clave de amplio conocimiento de la región, y el apoyo de estudiantes con quienes se hicieron recorridos en ambos márgenes de río, para documentar observaciones relevantes. Posteriormente se visitaron a otros informantes pertenecientes a comunidades asentadas en la ribera del río, a quienes se les aplicó entrevistas abiertas. La información anterior sirvió para elaborar la siguiente fase de levantamiento de datos cuantitativos, a través de un Muestreo Sistemático, que es variante del Muestreo Aleatorio Simple (Vivanco, 2005). Se calculó un tamaño de muestra de 41 sitios en ambos márgenes de la sección del río definida. Se consideró una distancia de 300 m entre sitios. Los sitios de muestreo se georreferenciaron con un GPS (Sistema de Posicionamiento

Global), empleando la proyección UTM (Universal Transverse Mercator) Zona 12, y DATUM WGS84.

Las características botánicas de cada especie hallada en los márgenes del río muestreado, se registraron en fichas ilustradas, las fotografías de las especies las tomó por el personal de brigada de campo. Para identificar el nombre científico de las especies y su autoría, se consultó bibliografía especializada de estudios regionales de flora (Vega-Aviña *et al.* 1989; Yetman y Van-Devender, 2002); con claves taxonómicas confiables (Pérez-Rodríguez, 2000); y portales electrónicos (Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana, 2009; Naturalista y Enciclopedia de la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad [CONABIO]). La identificación de los nombres comunes, en lengua mayo, así como de los usos empleados por las personas locales, se obtuvo de las entrevistas y se contó con el apoyo del gobernador tradicional o *Kobanaro* de Mochichahui, así como de un maestro de lengua yoreme de la Universidad Autónoma Indígena de México.

Composición florística en los márgenes inferior y superior del río Fuerte

Se identificó en los márgenes del río un total de 27 especies en el bosque de galería (trece árboles, nueve arbustos y cinco plantas herbáceas), distribuidas en 15 familias botánicas. La familia de mayor predominancia fue la *Fabaceae* con 11 especies, y el género más representativo fue *Acacia*. Siguió la familia *Salicaceae* con dos especies *Populus mexicana* y *Salix bonplandiana*, ambas con presencia en los dos márgenes del río (Tabla 1), donde el álamo es una especie que puede alcanzar una altura de hasta 30 m. El cálculo del Índice de Valor de Importancia de las especies identificadas, determinó a tres con los valores más altos (*Pithecellobium dulce*, *P. mexicana* y *Prosopis juliflora*). Los resultados del muestreo de campo se asemejan a los reportados en otro estudio de área de vegetación ribereña (Rodríguez-Téllez *et al.*, 2016). En particular, la riqueza de especies de las fabáceas se atribuye a ser una de las más diversas en el mundo (CONABIO, 2017); otra explicación ecológica de esta abundancia en los márgenes del río se debe a que esta corriente hidrológica sirve como corredor biológico para diversas especies de fauna silvestre que ayudan en la dispersión de la semilla (Granados-Sánchez *et al.*, 2006).

En otro orden, se hallaron especies ajenas al bosque de galería, tales como: *P. juliflora*, *Acacia farnesiana*, *A. cochliacantha*, *Parkinsonia praecox* y *P. aculeate*. Estas plantas son comunes en la vegetación de bosque espinoso y bosque tropical caducifolio, que se encuentran en colindancia en esta zona (Rzedowski, 2006). Las especies registradas en este trabajo no son las únicas existentes sobre ambos márgenes del río, pues en la época de verano las lluvias generan la emergencia de

nuevas plantas, en su mayoría anuales, que no se registraron. Además, existen otras especies introducidas en el bosque de galería como *Leonotis nepetifolia* y *Cryptostegia grandifolia*, de las que los lugareños tienen poco conocimiento, y comentan que la presencia de estos ejemplares sobre la ribera no tiene mucho tiempo. Es probable que las causas de su aparición, se deban a las fuertes corrientes del río en época de lluvias, encargadas de traer consigo semillas o partes vegetativas provenientes de partes altas del río, como fenómeno de arrastre.

Tabla 1. Lista de especies que forman parte de la vegetación del bosque de galería en el río Fuerte

Familia	Nombre científico	Nombre común	Margen del río*	Presencia	Forma biológica
Fabaceae	<i>Pithecellobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Guamúchil	AM	Nativa	Árbol
Fabaceae	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Mezquite	AM	Nativa	Árbol
Fabaceae	<i>Parkinsonia aculeata</i> L.	Palo verde	AM	Nativa	Árbol
Fabaceae	<i>Acacia farnesiana</i> (L.) Willd.	Vinorama	AM	Nativa	Árbol
Fabaceae	<i>Parkinsonia praecox</i> (Ruiz & Pav.) Hawkins	Palo brea	MII	Nativa	Árbol
Fabaceae	<i>Caesalpinia cacalaco</i> Humb. & Bonpl.	Huizache	MII	Nativa	Árbol
Fabaceae	<i>Albizia sinaloensis</i> Britton & Rose	Palo joso	AM	Nativa	Árbol
Fabaceae	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de wit.	Guaje	MII	Nativa	Árbol
Fabaceae	<i>Acacia cochliacantha</i> Humb. & Bonpl. ex Willd.	Huinolo	MII	Nativa	Árbol
Salicaceae	<i>Populus mexicana</i> Moric.	Álamo	AM	Nativa	Árbol
Capparaceae	<i>Crateva tapia</i> L.	Perihuate	AM	Nativa	Árbol
Salicaceae	<i>Salix bonplandiana</i> H.B.K.	Sauce	AM	Introducida	Árbol
Sterculiaceae	<i>Guazuma ulmifolia</i> Lam.	Guácima	MII	Nativa	Árbol
Apocynaceae	<i>Vallesia glabra</i> (Cav.) Link	Cacaragua	AM	Nativa	Arbusto
Apocynaceae	<i>Cryptostegia grandiflora</i> Roxb. Ex R.Br.	Chicote	AM	Introducida	Arbusto
Asteraceae	<i>Franseria ambrosioides</i> Cav.	Chicura	MSD	Nativa	Arbusto
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i> L.	Higuerilla	MII	Introducida	Arbusto
Fabaceae	<i>Crotalaria incana</i> L.	Cascabelillo	MII	Introducida	Arbusto
Malpighiaceae	<i>Mascagnia macroptera</i> (Sesse & Moc.) Niedenzu	Matanene	MII	Nativa	Arbusto
Malvaceae	<i>Abutilon abutiloides</i> (Jacq.)	Malva	AM	Nativa	Arbusto
Nyctaginaceae	<i>Pisonia capitata</i> (S. Watson) Standl.	Garambullo	MII	Introducida	Arbusto
Curcubitaceae	<i>Momordica charantia</i> L.	Pepinillo del monte	MII	Introducida	Hierba
Fabaceae	<i>Mimosa púdica</i> L.	Cuatante	AM	Introducida	Hierba
Lamiaceae	<i>Leonotis nepetifolia</i> (L.) R. Br	Cola de león	MII	Introducida	Hierba
Papaveraceae	<i>Argemone ochroleuca</i> Sweet	Cardo santo	MII	Introducida	Hierba
Poaceae	<i>Arundo donax</i> L.	Carrizo	MII	Introducida	Hierba
Solanaceae	<i>Nicotiana glauca</i> Graham	Tabaco silvestre	MII	Introducida	Hierba

* AM= Ambos Márgenes, MII= Margen Inferior Izquierdo, MSD= Margen Superior Derecho.

Aprovechamiento cultural de las especies del bosque de galería

La información proporcionada por los pobladores ribereños da cuenta que las especies de plantas que crecen en el bosque de galería tienen una gran diversidad de usos locales, como es el medicinal, alimenticio, artesanal, maderable, combustible, construcción, ornamental, para ritos y vestimenta, así como forrajero. De las 27 especies registradas, siete presentan usos múltiples, como es el árbol del mezquite (*P. juliflora*) con siete usos; el álamo (*P. mexicana*) y el guamúchil (*P. dulce*) con cinco usos, le siguen el sauce (*Salix bonplandiana*), guaje (*Leucaena leucocephala*), cuatante (*Mimosa pudica*), y vinorama (*Acacia farnesiana*) (Tabla 2).

Tabla 2. Usos culturales de la vegetación del bosque de galería del río Fuerte por pobladores ribereños

Nombre común	Nombre yoreme	Me	Al	Ar	Ma	Com	Cons	Or	Cu	Fo	Total
Guamúchil	<i>Maköchiini</i>	1	1			1	1			1	5
Álamo	<i>Abaso</i>	1		1		1	1		1		5
Mezquite	<i>Jüpa</i>	1		1	1	1	1	1		1	7
Malva	<i>jíchiquia</i>			1							1
Palo verde	<i>Bakäporua.</i>					1				1	2
Cacaragua	<i>Sitäbarua</i>	1									1
Vinorama	<i>Kukka</i>	1				1				1	3
Sauce	<i>Watta</i>	1		1		1		1			4
Cola de león	N.I										0
Chicote	N.I										0
Matanene	<i>Sanärowwa</i>	1									1
Cardo santo	<i>Tächino</i>										0
Garambullo	<i>Baixwo</i>										0
Cuatante	<i>Yeteowa</i>	1				1				1	3
Tabaco silvestre	<i>Biiba</i>										0
Palo brea	<i>Chohi</i>					1				1	2
Perihuate	<i>Kapösaari.</i>			1				1			2
Carrizo	<i>Baaka</i>			1			1				2
Huizache	<i>Wanaka</i>			1						1	2
Palo joso	<i>Joso</i>									1	1
Cascabelillo	N.I										0
Guaje	<i>Wike</i>				1	1		1		1	4
Higuerilla	<i>Chuuna</i>										0
Guácima	<i>Axia</i>	1		1							2
Huinolo	<i>Chíraxwo</i>	1				1					2
Pepinillo del monte	<i>N.I</i>	1	1								2
Chicura	<i>Jiowo</i>	1									1
Total		12	2	8	2	10	4	4	1	9	52

*Me= medicinal, Al= alimenticio, Ar= artesanal, Ma= maderable, Com= combustible, Cons=construcción, Or= ornamental, Cu= cultural y Fo= forrajero.

El árbol de guamúchil es la especie más importante desde el punto de vista ecológico, en la ribera del río, y aunque es un ejemplar de uso múltiple para los pobladores locales, no se observó en decadencia, pues es una de las especies de mayor densidad en número de individuos dentro de ambos márgenes debido a la gran rapidez de recuperación ante daños antropogénicos, se regenera con gran celeridad, y posee alta germinación de su semilla. Otras especies que presentan un comportamiento similar son *P. mexicana* y *P. juliflora*. Por su parte, Solís-Garza, Robles-López y Castellanos-Villegas (2017) mencionan a *P. mexicana*, *P. juliflora* y *S. bonplandiana* como las especies con mayor importancia relativa en los ríos Bacanuchi y Sonora. De igual manera, Duarte, Osuna y Parra (2014) reportan a estas especies como las más representativas en la cuenca baja del río Mayo, así como también Cornell, Gutiérrez, Wait & Rubio-Arias (2008) en la del río Conchos en Chihuahua.

El principal uso por los pobladores de la flora del bosque de galería es el medicinal, sea para atender síntomas de fiebre, curar heridas y golpes. Entre estas especies se encuentran: *P. mexicana*, *Vallesia glabra*, *Franseria ambrosioides*, *M. pudica*, *P. dulce*, *Guazuma ulmifolia*, *Acacia cochliacantha*, *Mascagnia macroptera*, *P. juliflora*, *Momordica charantia*, *S. bonplandiana* y *A. farnesiana*. En un registro previo en la región norte del estado, Lara y Quintero (2016) mencionan 32 especies de plantas medicinales, de las cuales cuatro son propias del bosque de galería: *P. mexicana* y *P. dulce*, *A. cochliacantha* y *F. ambrosioides*. Las dos primeras utilizadas para desinflamación de contusiones; mientras que el consumo de la corteza del *P. dulce* calma los dolores estomacales así como la diarrea; este último uso medicinal lo reportan Monroy y Colín (2004). En el caso de *A. cochliacantha*, las espinas se emplean para curar “el mal de orín”; en cambio de *F. ambrosioides*, las raíces se hierven en agua y la bebida sirve a las mujeres para limpiar su vientre después del parto. En la medicina tradicional yoreme, las plantas con propiedades curativas juegan un papel importante en la salud familiar y comunitaria, pues significan una alternativa que emplean las personas para curar enfermedades comunes, sustituyendo con ello a los medicamentos costosos.

En otro orden, las especies empleadas como combustible o leña son *P. mexicana*, *P. dulce*, *P. juliflora*, *M. pudica*, *L. leucocephala*, *A. cochliacantha*, *P. praecox*, *P. aculeata*, *S. bonplandiana* y *A. farnesiana*. Las tres primeras han sido reportadas en la zona por Bautista y Rodríguez (2015). La leña de estos árboles se destina para el autoconsumo o venta local y con ello contribuyen a la economía familiar. Particularmente, *P. juliflora* es considerado un recurso leñoso y como carbón en las comunidades de zonas áridas y semiáridas de México. Esta especie a lo largo del tiempo ha sido aprovechada por el hombre, y se remonta a los grupo nómadas que habitaban zonas de escasa precipitación del país (Sauceda *et al.*, 2014). Otras especies de aprovechamiento no maderable en la ribera del río son: *P. mexicana*,

M. pudica, *Leucaena leucocephala*, *P. dulce* y *A. cochliacantha*; algunas de estas especies que son propias de la selva baja caducifolia, significan un recurso forestal en otras comunidades yoreme del municipio del Fuerte (Rosales, Lara y Piña, 2017).

Existen también otras especies leñosas que se utilizan como combustible, pero como expresan las personas de los hogares, debido a que despiden “demasiado humo” al momento de su combustión, prefieren no hacer uso de ellas porque pueden provocar daños a su salud.

Entre la vegetación que se destina para forraje, los pobladores emplean distintas especies como alimento para el ganado vacuno y caprino, que se recolectan en el periodo de sequía. En esta temporada que se carece de pastos, las obtienen del monte, o bien, por medio del pastoreo los animales se alimentan de las plantas que tienen a su alcance. Las partes vegetativas como las ramas, frutos o vainas, sirven de alimento para el ganado vacuno, caprino y ovino. Entre las especies de la vegetación riparia aprovechadas se encuentran *P. juliflora*, *M. pudica*, *L. leucocephala*, *P. dulce*, *C. cacalaco*, *P. praecox*, *P. aculeata* y el género *Acacia*. En el caso del mezquite, se ha documentado que es la principal fuente de alimento para el ganado caprino en las comunidades rurales del Altiplano Potosino, siendo la vaina la parte más apreciada por estos rumiantes (Ruiz-Tavares, 2011). Al igual que en otras regiones tropicales del sur de México, el mezquite es una especie requerida como forraje, y al igual que otras especies de la familia Fabaceae, son plantas que producen vainas muy apreciadas por el ganado (CONAFOR, 2012). En regiones ganaderas como el sur del estado de México, los ganaderos prefieren al fruto de *A. farnesiana*, *A. cochliacantha*, *P. dulce*, como fuente principal de alimento debido a su disponibilidad sobre todo en época seca (Olivares, Avilés, Albarrán, Rojas y Castelán, 2011).

El aprovechamiento cultural del bosque de galería, coincide con lo señalado por estudiosos del pueblo yoreme, quienes han documentado que las plantas ocupan un lugar especial en su vida, debido a que proveen de alimento, son fuente de su medicina y demás usos (Moctezuma-Zamarrón y Aguilar-Zeleny, 2013). Otros investigadores confirman que en los diferentes grupos indígenas de México, y dentro de las múltiples formas de uso que obtienen de la vegetación, el mayor número de especies aprovechadas es con fines medicinales, seguido del alimenticio, destacando las familias botánicas leguminosas y asteráceas (Caballero y Cortés, 2001). Existen otros usos tradicionales de la flora de las especies del bosque de galería, en los que se emplean partes de las plantas, ya sea para la techumbre de sus ramadas, o para llevar a cabo distintas actividades ceremoniales como parte de su cultura. Las especies para dicho propósito son *P. mexicana* y *S. bonplandiana*,

aunque este último árbol es escaso en la región, probablemente debido a su alto aprovechamiento en tiempos modernos.

Problemática socioambiental y perspectiva del bosque de galería en el río Fuerte

La pérdida de la biodiversidad del área de estudio se debe en buena medida al avance de la frontera agrícola, y por la conversión paulatina de superficie con vegetación en nuevas tierras destinadas a la agricultura de riego, siendo esta actividad antropogénica una de las principales causas de deforestación en Sinaloa (Monjardín, Pacheco, Plata y Corrales, 2017). La expansión de la frontera agrícola en áreas ribereñas, es un problema latente que poco a poco ha ido acabando con la vegetación natural del río. Este impacto ambiental de aumento de tierras de cultivo hacia los márgenes del río Fuerte, también ocurre en otras regiones, como es la cuenca baja del Río Mayo en Sonora (Duarte *et al.*, 2014), y lo mismo acontece para el río La Sauceda en Durango (Rodríguez-Téllez *et al.*, 2016). Otro conflicto ambiental relacionado, son los desagües de los drenes de riego por donde escurren grandes cantidades de desechos agrícolas que contaminan el río y el suelo, mismos que causan la muerte de peces, enfermedades a las personas que habitan las partes bajas, y donde ya no es posible consumir agua del río.

El cambio de uso del suelo provocado por los desmontes de la vegetación ribereña y áreas circundantes al río Fuerte, se acelera por el pastoreo de ganado vacuno, cuyos efectos de pisoteo provoca que el suelo se compacte afectando con ello la emergencia de nuevas plantas (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO], 2006). Así mismo, el establecimiento de corrales para el ganado delimitados con cercos de púas, obstaculiza el paso en el río, acción unilateral que impide a las personas trasladarse de un lugar a otro, y limita actividades de recolección, aprovechamiento de leña, o la libre práctica de la pesca.

Otro problema que impacta el bosque ribereño, lo ocasionan las empresas de extracción y traslado de material pétreo del río, que indirectamente contribuye a eliminar especies del hábitat, como es el caso del *P. mexicana*. Lo anterior transforma la belleza paisajista del bosque de galería, que tiempo atrás sirviera como espacio recreativo y de convivencia para los pobladores.

Reflexiones finales

Actualmente las comunidades ribereñas, principalmente aquellas que se encuentran asentadas en los márgenes del río Fuerte donde hay biodiversidad, siguen aprovechando varias especies que se han descrito en este trabajo, cubriendo con

ello distintas necesidades básicas de la economía familiar asociadas a su cultura. El registro y sistematización obtenida en campo del bosque de galería, da cuenta de la relevancia para los pobladores yoremes y mestizos. En un reciente trabajo complementario realizado por los autores de este capítulo, se evalúa y describe la diversidad y la estructura de la vegetación del bosque de galería mediante índices cuantitativos.

Los hallazgos etnoecológicos del presente trabajo, fortalecen la tesis de que ancestralmente los pobladores ribereños se han beneficiado y sus conocimientos de la flora se han enriquecido a lo largo del tiempo. Lo hasta ahora expuesto contribuye al conocimiento forestal del bosque de galería en el río Fuerte que poco se ha estudiado. La información también puede ser útil para diseñar y elaborar programas de conservación y restauración de la vegetación ribereña, cuyos márgenes revelan semejanzas y diferencias asociadas a daños antropogénicos y ambientales de las últimas décadas por diversos actores sociales.

Es necesaria la realización de un diagnóstico de actividades y fuentes puntuales que ocasionan deterioro ambiental en el ecosistema ripario (y al río mismo), e implementar acciones de mitigación que permitan el aprovechamiento sostenible de recursos naturales, la viabilidad hidrológica y el mantenimiento de tradiciones y cosmovisiones indígenas.

Referencias

- Bautista, S. L. y Rodríguez, R. L. (2015). *Análisis de la flora usada como leña en la comunidad Mayo-Yoreme de El Ranchito de Mochicahui, El Fuerte, Sinaloa* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma Indígena de México, Sinaloa, México.
- Biblioteca Digital de la Medicina Tradicional Mexicana (2009). La Medicina Tradicional de los Pueblos Indígenas de México Mayos (Yoreme). México: Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <http://www.medicinatradicionalmexicana.unam.mx/mtpim/termino.php?l=2&t=mayo>
- Caballero, J. y Cortés, L. (2001). Percepción, uso y manejo tradicional de los recursos vegetales en México. *Plantas, cultura y sociedad. Estudio sobre la relación entre seres humanos y plantas en los albores del siglo XXI*. (pp. 79-100). México: Universidad Autónoma Metropolitana/Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca.
- Carpenter, J. P. (2008). *Etnohistoria de la tierra caliente. Los grupos indígenas de Sinaloa al momento del contacto español*. Sinaloa. México: Colegio de Bachilleres del Estado de Sinaloa.
- Castillo-Castillo, M., Ibáñez-Castillo, L. A., Valdés, J. B., Arteaga-Ramírez, R. y Vázquez-Peña, M. A. (2017). Análisis de sequías meteorológicas en la cuenca

- del río Fuerte, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 8(1), 35-52. Disponible en: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-01-03>
- Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas. (2012). *Informe final de la consulta sobre la conservación de los sitios sagrados y centros ceremoniales del pueblo Yoreme de Sinaloa*. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/37017/cdi_conservacion_sitios_sagrados_pueblo_yoreme_sinaloa.pdf
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (2020). *Enciclopedia*. México: CONABIO. Disponible en: <http://enciclopedia.mx/>
- Comisión Nacional Forestal (2012). *Catálogo de los recursos forestales maderables y no maderables. Árido tropical y templado*. México: CONAFOR.
- Comisión Nacional del Agua (2010). *Estadísticas del Agua en México, edición 2010*. Disponible en: <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EAM2010-16Junio2010.pdf>
- Comisión Nacional del Agua (2014). *Programa de medidas preventivas y de mitigación de la sequía. Consejo de Cuenca Ríos Fuerte y Sinaloa*. Disponible en: https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/99959/PMPMS_CC_Ros_Fuerte_y_Sinaloa.pdf
- Comisión Nacional del Agua (2018). *Estadísticas del agua en México, edición 2018*. Disponible en: http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf
- Comisión Nacional Forestal (2014). *Inventario Estatal Forestal y de Suelos-Sinaloa 2014*. [CD-ROM]. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales/Comisión Nacional Forestal.
- Cornell, J. E., Gutiérrez, M., Wait, D. A. y Rubio-Arias, H. O. (2008). Ecological characterization of a riparian corridor along the Rio Conchos, Chihuahua, Mexico. *The Southwestern Naturalist*, 53(1), 96-100.
- Cortés-Gregorio, I., Pascual-Ramos, E., Medina-Torres, S. M., Sandoval-Forero, E. A., Lara-Ponce, E., Piña-Ruiz, H. H., Martínez-Ruiz, R. y Rojo-Martínez, G. E. (2013). Etnozoología del pueblo Mayo-Yoreme en el norte de Sinaloa: uso de vertebrados silvestres. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 10(3), 335-358.
- Diario Oficial de la Federación (2015). *Acuerdo por el cual se da a conocer el resultado de los estudios técnicos de aguas nacionales superficiales de la Subregión Hidrológica número 10 Sinaloa*. DOF: 11/03/2015. Disponible en: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5385029&fecha=11/03/2015
- Duarte, J. C., Osuna, R. y Parra, T. J. (2014). Recursos florísticos de la cuenca baja del Río Mayo, Sonora. *Epistemos, Ciencia, tecnología y salud*, (16), 36-43.
- Fajardo, A., Veneklaas, E., Obregón, S., y Beaulieu, N. (1999). Los bosques de galería: Guía para su apreciación y su conservación. Colombia: Centro Internacional de Agricultura Tropical.

- Gobierno del Estado de Sonora (2020). *Etnias en Sonora*. Disponible en: <https://www.sonora.gob.mx/conoce-sonora/etnias-en-sonora.html>
- Granados-Sánchez, D., Hernández-García, M. Á., y López-Ríos, G. F. (2006). Ecología de las zonas ribereñas. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, 12(1), 55-69.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. (2009). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. El Fuerte, Sinaloa. Clave geoestadística 25010*. Disponible en: http://www3.inegi.org.mx/contenidos/app/mexicocifras/datos_geograficos/25/25010.pdf
- Lara, P. E. y Quintero, A. L. (2016). *Plantas Medicinales del Norte de Sinaloa*. Universidad Autónoma Intercultural de Sinaloa. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/0B3tidJTtCU5ecUrTMjAweHgyaWc/view>
- Lara, P. E. (2020). Región Biocultural Yoreme del norte de Sinaloa. En D. Luque, C. Gay y B. Ortiz (Coords.), *Complejos bioculturales de México: bienestar comunitario en escenarios de cambio climático* (pp. 145-163). Puebla, México: Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Martínez-Salvador, M. (Ed.). (2013). *Ecología y usos de especies forestales de interés comercial de las zonas áridas de México*. México: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias.
- Monjardín-Armenta, S. A., Pacheco-Angulo, C. E., Plata-Rocha, W., y Corrales-Barraza, G. (2017). La deforestación y sus factores causales en el estado de Sinaloa, México. *Madera y Bosques*, 23(1), 7-22.
- Moctezuma-Zamarrón, J. L. y Aguilar-Zeleny, A. (2013). Etnobotánica y medicina tradicional. En J. L. Moctezuma y A. Aguilar (Eds.). *Los pueblos indígenas del Noroeste. Atlas etnográfico* (pp. 399-404). México: Instituto Sonorense de Cultura. Instituto Nacional de Lenguas Indígenas/Instituto Nacional de Antropología e Historia.
- Moctezuma-Zamarrón, J. L. y López-Aceves, H. (2007). *Mayos. Pueblos indígenas del México contemporáneo*. México: Comisión Nacional para el Desarrollo de los Pueblos Indígenas.
- Monroy, R., y Colín, H. (2004). El guamúchil *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth, un ejemplo de uso múltiple. *Madera y bosques*, 10(1), 35-53.
- Obregón, B. D. (1988). *Historia de los Descubrimientos Antiguos y Modernos de la Nueva España, Escrita por el Conquistador en el Año de 1584*. México: Editorial Porrúa.
- Olivares-Pérez, J., Avilés-Nova, F., Albarrán-Portillo, B., Rojas-Hernández, S., y Castelán-Ortega, O. A. (2011). Identificación, usos y medición de leguminosas arbóreas forrajeras en ranchos ganaderos del sur del Estado de México. *Tropical and subtropical agroecosystems*, 14(2), 739-748.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2006). La ganadería amenaza al medio ambiente. *FAO. Sala de Prensa*. Disponible en <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2006/1000448/index.html>
- Parra-Flores, E. (2010). *El Fuerte. Un pueblo mágico con tradición*. Serie Municipio Libre 2. Ediciones Bicentenario. México: Cobaes/Instituto la Crónica de Culiacán
- Pérez-Rodríguez, P. M. (2000). *Claves de determinación botánica: Con énfasis en familias de árboles*. Libro Universitario. Estado de México: Universidad Autónoma Chapingo.
- Red del Valle del Fuerte (2020). *Sistema Río Fuerte*. Recuperado de <http://redvalledelfuerte.org/localizacion/sistema-rio-fuerte/>
- Rodríguez-Téllez, E. et al. (2016). Caracterización de la calidad ecológica del bosque de galería del río La Saucedá, Durango, México. *Hidrobiológica*, 26(1), 35-40.
- Rodríguez-Estrella, R. y Brown, B. T. (1990). Riqueza específica y determinación de la diversidad de las aves rapaces de los ríos Yaqui y Bavispe, en Sonora, México. *Acta Zoológica Mexicana (NS)*, (41), 1-17.
- Rosales-Vásquez, E., Lara-Ponce, E. y Piña-Ruiz, H. H. (2017). Uso de los recursos forestales en el ejido Yoreme-Mayo Los Capomos, El Fuerte, Sinaloa. En R. Rosas, A. Ortega, M. León y B. Rodríguez (Coords.), *Estudios y Aplicaciones para el Desarrollo* (pp. 158-175). México: Universidad de Guanajuato.
- Ruiz-Tavares, D. R. (2011). *Uso potencial de la vaina de mezquite para la alimentación de animales domésticos del Altiplano Potosino* (tesis de maestría). Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México.
- Rush, M. R. (2009). *Peces dulceacuícolas de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: <https://www.biodiversidad.gob.mx/pdf/libros/paguadulceA.pdf>
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. México: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Disponible en: https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/librosDig/pdf/VegetacionMx_Cont.pdf
- Sauceda, E. N. R. et al. (2014). Análisis técnico del árbol del mezquite (*Prosopis laevigata* Humb. & Bonpl. ex Willd) en México. *Ra Ximhai*, 10(3), 173-193.
- Solis-Garza, G., Robles-López, H., y Castellanos-Villegas, A. E. (2017). Estructura y composición de la vegetación ribereña en zonas áridas. El caso de los ríos Bacanuchi y Sonora en el Noroeste de México. *Biociencia*, 19(2), 3-12.
- Vega-Aviña, R., Bojórquez, G., y Hernández-Álvarez, F. (1989). *Flora de Sinaloa*. Sinaloa, México: Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Villarreal, J. Á., Carranza, M. Á., Estrada, E., y Rodríguez, A. (2006). Flora riparia de los ríos Sabinas y San Rodrigo, Coahuila, México. *Acta botánica mexicana*, (75), 1-20.

- Vivanco, M. (2005). *Muestreo estadístico. Diseño y aplicaciones*. Santiago de Chile: Editorial Universitaria.
- Yetman, D. y Van-Devender, T. (2002). *Mayo Ethnobotany. Land, History, and Traditional Knowledge in Northwest México*. Berkeley: Universidad de California.

Gestión pública y social de la geotermia en México*

*Ruth Esther Villanueva Estrada***

*Isabel Pérez Martínez****

*David Alejandro Rocha Ruiz*****

La promoción de las energías renovables puede ser un motor poderoso para la recuperación de la economía después de la crisis del coronavirus, creando nuevos y seguros empleos. Al mismo tiempo, las energías renovables mejoran la calidad del aire protegiendo así la salud pública. Al promover las energías renovables en el marco de los paquetes de estímulo económico del coronavirus, tenemos la oportunidad de invertir en la prosperidad futura, la salud y la protección del clima.

SVENJA SCHULZE, ministra de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza y Seguridad Nuclear, Alemania

Introducción

La geotermia ha desempeñado un papel importante en el desarrollo de las energías renovables en el país. La geotermia tiene sus inicios en México en 1959 con la primera planta en Pathé, Hidalgo. Desde entonces, la Comisión Federal de Electricidad ha gestionado la geotermia en el país y comenzó su desarrollo instalando 4 campos geotérmicos: Cerro Prieto (Baja California), Los Azufres (Michoacán), Los Humeros (Puebla) y Tres Vírgenes (Baja California Sur). En 2017, los campos geotérmicos generaron el 52% de la energía total del país, ubicando a México dentro de los primeros 5 países que utilizan de esta energía renovable. A partir de la reforma energética propuesta por el Gobierno Federal en el 2013, se incentiva la participación del sector privado –nacional e internacional– para la exploración y explotación del recurso energético en el país. Esto trae consigo la Ley de Energía Geotérmica donde se considera la evaluación de impacto social y consulta indígena

* Los autores expresan su profundo agradecimiento y admiración al Ing. Víctor Santiago Rocha López por su entusiasmo y empuje hacia las nuevas generaciones para el desarrollo de la geotermia en México.

** Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.

*** Cátedra CONACYT, Instituto de Geofísica, Universidad Nacional Autónoma de México.

**** XENERCO *Energy Solutions*.

para los proyectos energéticos en el país. Actualmente, el Grupo Dragón gestiona el campo geotérmico del Domo de San Pedro (Nayarit) y Carso Energy tiene operación de exploración y explotación de recursos geotérmicos en las áreas de Celaya (Guanajuato) y Mexicali (Baja California).

Por las condiciones geotectónicas del país, México tiene un gran potencial geotérmico de mediana y baja temperatura, el cual es utilizable como uso directo del agua caliente que viene del interior de la Tierra. Estos usos directos pueden ser desde balnearios, hasta secado de alimentos, invernaderos, acuacultura, etc. Las propuestas de uso directo favorecerían a sectores menos privilegiados en el país, aportando desarrollo y valor económico a los productos del campo, además de contribuir a la disminución del aporte de contaminantes producidos por la combustión de hidrocarburos, como el dióxido de carbono.

En este capítulo se explicará de forma sencilla qué es la geotermia, sus beneficios y sus aplicaciones. Se abordará brevemente el desarrollo de la geotermia en el país, sus actores principales, su regulación de la y su impacto en la sociedad.

El desarrollo de la geotermia en México. Actores principales

De acuerdo a Romerio (2006), la energía representa una fuente de crecimiento económico y de desarrollo humano. Los requerimientos energéticos de un país tienen que considerar dos aspectos fundamentales: la lucha contra la indigencia y pobreza, y la protección del medio ambiente. El hombre desde sus inicios ha buscado herramientas a su alrededor para cubrir sus necesidades de alimento y vestido. De esta forma se comenzó a utilizar la energía hidráulica y eólica, captada mediante rudimentarias norias, ruedas y molinos. Para generar calor empleaba la leña y el carbón mineral (Hernández Galán, 1985).

Sin embargo, desde 1965 el consumo de petróleo es mayor al descubrimiento de sus reservas. En la actualidad es imperante la disminución del consumo de combustibles fósiles y el reemplazo por otras energías renovables. Los combustibles fósiles comprenden alrededor del 80% de la demanda actual de energía primaria a nivel mundial, pero además es la fuente de aproximadamente dos tercios de las emisiones globales de dióxido de carbono (Foster y Elzinga, recuperado en 2021).

Entre estas fuentes de energía renovable está la energía geotérmica, la cual se ha almacenado en nuestro planeta desde sus comienzos y sigue latente desde el centro de la Tierra. Aunque es una energía mucho más pequeña que la que transmite el sol, la cantidad de calor que transmite todo el planeta es grandísima, del orden de 281×10^{12} kW/h, lo cual abastecería las necesidades humanas.

El uso de la energía geotérmica en México se estima que comenzó un milenio antes de la conquista española, por lo que en lugares donde existían manantiales termales, se desarrollaron diversos asentamientos, principalmente en la parte central del país (CeMIE-Geo).

La explotación de la geotermia comenzó en nuestro país gracias a la visión promisoriosa del Ing. Luis F. de Anda, quien supo aplicar en México, país con larga historia de actividad volcánica, las innovaciones tecnológicas desarrolladas en los años cuarenta en Larderello, Italia (Hernández Galán, 1985). A partir de entonces comenzó la investigación científica y tecnológica para desarrollar la geotermia en nuestro país. Así es como el Ing. Geól. José Isita Septién, realizó su tesis profesional en 1948 sobre la geohidrología de San Bartolomé Aguas Calientes en el estado de Guanajuato, con el enfoque del aprovechamiento de vapor terrestre como fuente de energía. En 1951, el Ing. Vicente Cortés Herrera le dirigió un escrito al entonces presidente Miguel Alemán, en el que proponía el estudio del aprovechamiento de la energía geotérmica en la zona de Ixtlán de Los Hervores para generar electricidad. Posteriormente, el Ing. de Anda presentó un estudio sobre la factibilidad de la generación de energía electrogeotérmica a la Compañía Federal de Electricidad (CFE). Para 1954 se establece que las exploraciones geotérmicas sean apoyadas financieramente por partes iguales entre la CFE y Nacional Financiera, en las cuales participa el Ing. Geól. Isita Septién y el secretario de Economía Nacional, Don Gilberto Loyo, con el apoyo del director general de la CFE, el Ing. Ramírez Ulloa (Hernández Galán, 1985). Por consiguiente, en 1954, con la asistencia técnica de las Naciones Unidas, nuestro país recibe al Ing. Gunnar Bodvarsson para dar el visto bueno al proyecto. El 4 de mayo de 1955 se forma la Comisión de Energía Geotérmica, organismo autónomo liderado por el Ing. de Anda (Hernández Galán, 1985).

A inicios de enero de 1956 comienza la perforación del primer pozo geotérmico en Pathé, Hidalgo. Después del éxito alcanzado con la perforación de dos pozos productores (en el primero se obtiene vapor a una profundidad de 238 m, y en el segundo a 64 m), se decide instalar una planta generadora de electricidad. El 20 de noviembre de 1959, la unidad inicia su operación comercial. Sin embargo, su producción de vapor no llega a generar más de 600 kW, y aun así, es hasta 1973 que se retira la planta geotérmica. La planta de Pathé fue la primera central geotérmica comercial en América Latina y posicionó a México como la tercera nación a nivel mundial en la utilización de energía geotérmica. Además, estableció la factibilidad de la explotación de la energía geotérmica en México, y desarrolló y resaltó las capacidades técnicas de los ingenieros mexicanos (Hernández Galán, 1985).

En consecuencia, la Comisión de Energía Geotérmica realizó un inventario del potencial geotérmico. En respuesta, el entonces gobernador del estado de Baja

California, Braulio Maldonado, informó sobre la presencia de aguas termales muy calientes en las proximidades del volcán Cerro Prieto. En junio de 1960, la compañía GEOCA, S.A., terminó de perforar el primer pozo productor llamado MIA. A partir de 1961, la CFE interviene en la realización de estudios geológicos y geofísicos para determinar la principal zona productora (Hernández Galán, 1985). En abril y octubre de 1973 comenzaron a operar las dos primeras unidades de 37.5 MW, las cuales actualmente están fuera de operación por haber concluido su periodo de vida útil (CeMIE-Geo, recuperado en agosto de 2021).

Dadas las expectativas del potencial en el país, después de la experiencia de Pathé y Cerro Prieto, la ONU apoyó a través del Ingeniero Christopher Amrstead, para que apuntalara la evaluación de la situación de la geotermia en México y compartiera los conocimientos aplicados en la zona de Wairakei, Nueva Zelanda. A raíz de esta visita, en 1965, se conforma el primer grupo de técnicos para entrenarse en los métodos neozelandeses; en el que participan el Ing. Jorge Guiza (jefe del Departamento de Ingeniería Química y Geotermia y el primer jefe del Departamento de Geotermia en 1971), el Ing. Héctor Alonso (quien tuvo a su cargo el desarrollo de Cerro Prieto y fue el primer Gerente del Departamento de la Gerencia de Proyecto Geotérmicos), y el Ing. Guillermo Fernández de la Garza (director ejecutivo del Instituto de Investigaciones Eléctricas).

Posteriormente, en 1977, se perforaron los primeros pozos productores en el campo Los Azufres, estado de Michoacán. Aunque los estudios de exploración del campo geotérmico de Los Humeros en el estado de Puebla se realizaron desde el año de 1968, el primer pozo profundo se perforó en 1982 y fue hasta 1990 cuando comenzó la explotación comercial del campo con la instalación de la primera unidad de 5 MW. En el 2019 se inauguró la Unidad 18 (Los Azufres III Fase 2) que proporciona una capacidad adicional de 27 MW, lo que representa un aumento del 3% en la energía geotérmica actual (Jorquera, 2019).

El último campo geotérmico explotado por la CFE fue el de Tres Vírgenes en Baja California Sur. Los estudios de exploración comenzaron en 1982, pero hasta 1986 se perforó el primer pozo exploratorio (Arellano *et al.*, 2008), y hasta 2001 inició la generación de energía eléctrica, con la instalación de dos unidades a contrapresión de 5 MW. Actualmente se tienen dos plantas instaladas de 5 MW (CeMIE-Geo, recuperado en agosto de 2021).

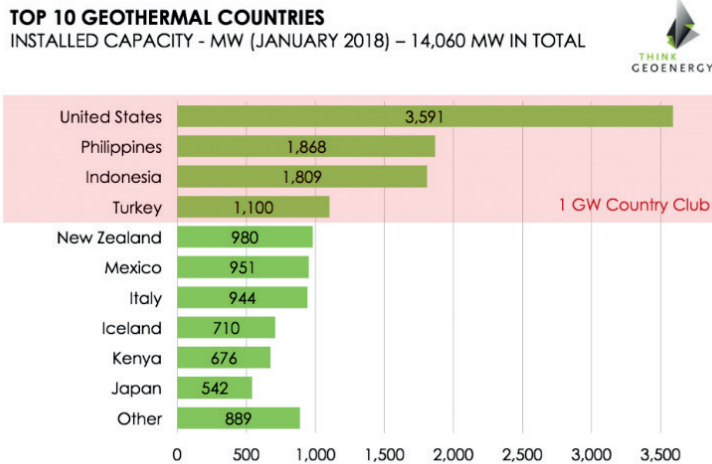
En años recientes, comenzó la explotación de un nuevo campo geotérmico, el Domo de San Pedro en el municipio de San Pedro Lagunillas, Nayarit. La construcción de la planta dio inicio en octubre de 2014, y para 2016 comenzaron a operar dos unidades de contrapresión de 5 MW cada una (Rojas, 2016).

Por último, Grupo CARSO Energy ha desarrollado un proyecto geotérmico en Apaseo el Grande, Celaya, localizado en una zona industrial de Guanajuato. El

proyecto consiste en la construcción de una planta de energía geotérmica dividida en dos unidades de 12.5 MW (Banaméricas, recuperado el 11/08/2021). Actualmente este proyecto está en espera de la autorización por parte de SENER para la explotación de la geotermia, lo cual sin lugar a dudas sería un avance importante para la energía en nuestro país.

Actualmente, la CFE opera varios campos geotérmicos en México. El campo geotérmico de Cerro Prieto en Baja California, por ejemplo, tiene una capacidad instalada de 570 MW, lo que representa el 40% de la demanda del sistema eléctrico del estado. Otro campo geotérmico importante es Los Azufres en Michoacán, que cuenta con una capacidad instalada de 247.9 MW. Asimismo, Los Humeros en Puebla tiene una capacidad instalada de 120.4 MW, Tres Vírgenes en Baja California Sur cuenta con 10 MW y El Domo de San Pedro en Nayarit tiene una capacidad instalada de 35.5 MW. En conjunto, estos campos geotérmicos aportan una capacidad total de producción de energía eléctrica de 983.7 MW, ubicando a México entre los 10 países que generan electricidad a partir de esta energía renovable (Fig. 1).

Figura 1. Los diez principales países geotérmicos



Fuente: Jorquera, C. (2018). *Piensa en Geotermia*.

Las reservas geotérmicas probadas¹ y probables² en cuatro de los campos geotérmicos en explotación han sido estimadas en unos 430 MW adicionales. Estas reservas pueden aumentar hasta en 1200 MW con recursos de tipo hidrotermal (> 150° C), que se clasifican en recursos medidos³, indicados⁴ e inferidos⁵, ubicados en diversas zonas geotérmicas del país, de las cuales ya se han identificado al menos 20 que pueden ser desarrolladas (Hiriart *et al.* 2011; Gutiérrez-Negrín *et al.*, 2015). Sin embargo, México debe aumentar su capacidad total de energía geotérmica a 4.5 GW para 2030, derivado de diversos acuerdos internacionales (IRENA, 2015).

¿Qué es la geotermia? Beneficios y aplicaciones

Geotermia es una palabra de origen griego que significa “calor de la Tierra”. Se define como la ciencia que estudia los fenómenos térmicos internos de la Tierra, o como el conjunto de procesos industriales de explotación del calor para producir energía (Llopis y Angulo, 2008). Por lo tanto, la energía geotérmica es la energía que se deriva del calor natural existente en el interior de la Tierra (Stober and Bucher, 2013; Dickson y Fanelli, 2015), producido en forma continua en el núcleo de la Tierra, derivado de diferentes procesos, entre otros: 1) Decaimiento de isótopos radioactivos (se ha demostrado que la mitad de la energía derivada del manto y el núcleo del planeta se produce por la radioactividad natural del decaimiento de partículas de U, Th y K) 2) el calor residual de la formación de la Tierra (es la energía liberada en el momento de formación de la Tierra y que todavía está llegando a la superficie); 3) la energía liberada por los

1 Reservas probadas: “son aquellas reservas que, a partir de datos de geociencias y de ingeniería, se estiman con certeza razonable a ser recuperables comercialmente de yacimientos conocidos bajo condiciones económicas, métodos de operación y reglamentación gubernamental definidas. Si se emplean métodos deterministas, el término certeza razonable expresa un alto grado de confianza en que las cantidades estimadas serán recuperadas” (DOF, 2017).

2 Reservas probables: “son aquellas reservas adicionales que, a partir de un análisis de datos de geociencias y de ingeniería, se estiman son menos probables a ser recuperadas, comparadas con las reservas probadas, pero más ciertas a ser recuperadas comparadas con las reservas posibles” (DOF, 2017).

3 Recursos medidos: “se calculan a partir de las dimensiones reveladas en afloramientos, zanjas, trabajos o perforaciones. Los sitios para inspección, muestreo y medición están espaciados tan estrechamente y el carácter geológico está tan bien definido que el tamaño, la forma, la profundidad y el contenido del recurso están bien establecido” (GS, 1980).

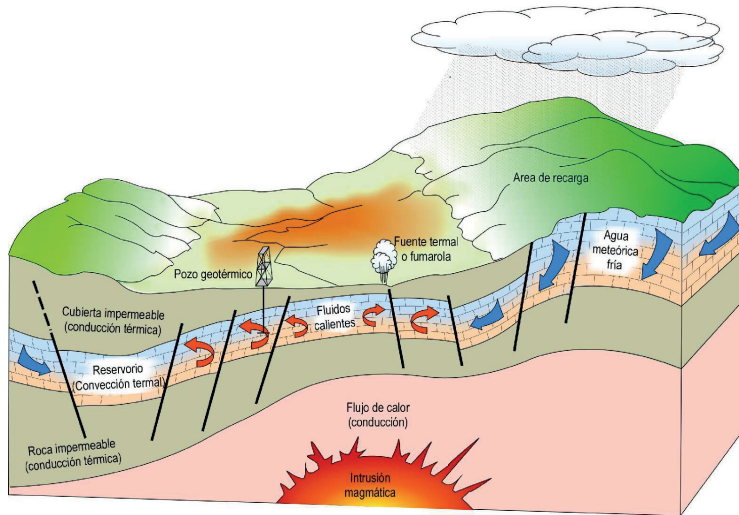
4 Recursos indicados: “la cantidad, el grado y (o) la calidad se calcula a partir de información similar a la utilizada para los recursos medidos, pero los sitios para la inspección, el muestreo y la medición están más separados. El grado de seguridad, aunque menor que el de los recursos medidos, es lo suficientemente alto como para asumir la continuidad entre los puntos de observación” (GS, 1980).

5 Recursos inferidos: “las estimaciones se basan en una continuidad asumida más allá de los recursos medidos y (o) indicados, para los cuales existe evidencia geológica. Los recursos inferidos pueden o no estar respaldados por muestras o mediciones” (GS, 1980).

movimientos diferenciales entre las capas de la Tierra: núcleo, manto y corteza, y 4) La cristalización del núcleo, llamado calor latente (el núcleo interno sólido) crece en un proceso de cristalización a partir del núcleo externo líquido, lo que produce una fuente de energía que atrapa el calor y genera heterogeneidades desarrollando un gradiente térmico radial que emite energía (Llopis y Angulo, 2008; Watson, 2013).

El calor almacenado en el subsuelo se transporta a la superficie por dos mecanismos básicos: conducción (entre rocas o sólidos) y convección (movimiento de fluidos) (Ledru y Guillou, 2010; Goldstein *et al.*, 2011; Stober and Bucher, 2013). Este transporte de calor hacia la superficie terrestre da como resultado el gradiente geotérmico (Stober and Bucher, 2013), generando un flujo de calor geotérmico de 46 TW (Ledru y Guillou, 2010), que en algunas zonas presenta ciertas anomalías. Para que la energía geotérmica pueda ser explotada deben presentarse condiciones geológicas determinadas (Goldstein *et al.*, 2011), y en este caso se puede decir que se trata de un yacimiento geotérmico (Llopis y Angulo, 2008). Los yacimientos geotérmicos (Fig. 2) están constituidos generalmente por: una fuente de calor, una roca sello (impermeable) y una roca almacenadora (permeable), estructuras geológicas que favorezcan el ascenso de fluidos, una zona de recarga y el reservorio geotérmico, susceptible de ser explotado (Dickson y Fanelli, 2015). Estos yacimientos se pueden clasificar de acuerdo con: su temperatura y entalpía (alta, mediana y baja), su estado físico (líquido dominante, vapor dominante, de dos fases) y transferencia de calor (hidrotermales y roca seca caliente), por su contexto geológico (volcánicos, asociado con áreas tectónicas activas, sistemas sedimentarios), o por su ubicación (continentales o submarinos) (Seamundsson, 2011). Casi todos los recursos geotérmicos que se utilizan en el mundo son del tipo hidrotermal, por lo que se denominan convencionales, mientras que los de roca seca calientes o super calientes se les considera no convencionales (SENER, 2017).

Figura 2. Modelo conceptual de un sistema geotérmico



Fuente: tomado de Dickson, M. H. y Fanelli, M. (2015). *¿Qué es la geotermia?*, Italia, CNR.

La energía geotérmica es versátil y confiable por sus aplicaciones (SENER, 2017). Tiene un mínimo impacto en la ecología y economía. Además, promueve la autosuficiencia energética de un país. Adicionalmente, la energía geotérmica es una forma de energía renovable que puede suministrar electricidad y calor de carga base; es decir, en nuestro país, el factor de planta de la geotermia es cercano al 90% y el de la energía solar y eólica es del 20 o 30%, lo cual se debe a que la geotermia no depende de las condiciones climáticas (Cacho, 2018). Los usos de la energía geotérmica son de baja huella de carbono, lo cual reduce la dependencia de un país de los combustibles fósiles y sus emisiones de CO₂. Por lo tanto, contribuye en gran medida a disminuir las consecuencias del cambio climático disminuyendo los gases de efecto invernadero y en general el calentamiento global (Fridleifsson *et al.*, 2008; SENER, 2017). Los usos se dividen en: usos directos (aprovechamiento de la energía en forma de calor, sin convertirlo en otra forma de energía; Johannesson y Chatenay, 2014) e indirectos (generación de energía eléctrica a partir de la energía en forma de calor) (Goldstein y Hiriart, 2011; Dickson y Fanelli, 2015). Los usos directos pueden suministrar energía para diferentes aplicaciones (balneología, calefacción, secado y deshidratación de alimentos, etc.), que pueden operar con diferentes rangos de temperatura 20°C >180°C (SENER, 2018; Armstead, 1973). Por otra parte, para la generación de electricidad se utilizan los yacimientos hidrotermales de alta temperatura (> 200° C) por medio de

plantas tipo *flash* de vapor, y en los últimos años también se han utilizado los yacimientos de mediana y baja temperatura ($< 200^{\circ}\text{C}$) con una tecnología de plantas de ciclo binario (SENER, 2017).

Regulación de la energía geotérmica y su impacto en la sociedad

Actualmente en México se puede afirmar que el aprovechamiento de los recursos geotérmicos se encuentra regulado, esto debido a que el paquete de leyes secundarias promulgadas por el gobierno federal en agosto de 2014 consideró la Ley de Energía Geotérmica (LEG). La LEG, en resumen, es una ley de interés y orden público, con el objetivo específico de regular las actividades de reconocimiento, exploración y explotación de los recursos geotérmicos dentro de los límites del territorio nacional, lo anterior con la finalidad de otorgar la certeza jurídica necesaria a proyectos de generación geotermoeléctrica o de usos diversos del calor geotérmico (UDCG). Asimismo, posterior a la publicación de la LEG se promulgó en octubre del mismo año su correspondiente Reglamento, cuyo objetivo es establecer los requisitos, procedimientos y demás actos que permiten la realización de las actividades contempladas en la LEG.

Anterior a la promulgación de la LEG, los recursos geotérmicos se encontraban regulados por la Ley de Aguas Nacionales (LAN), en donde se definían como aguas con temperatura mayor a 80°C ; sin embargo, en realidad los recursos geotérmicos resultan ser de calidades físicas y contenido químico diversos a las aguas normalmente utilizadas para consumo humano y otros usos (Ornelas, 2007). Incluso en la LAN no se considera el aprovechamiento de la energía calorífica, que es el objetivo primordial de la geotermia; asimismo, dependiendo de la tecnología usada para el aprovechamiento del fluido geotérmico, éste no implica necesariamente un uso consuntivo, por lo que estas ambigüedades dieron lugar a distintas controversias con la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA), en cuanto a la explotación de dichos fluidos.

En tal orden de ideas, con la promulgación de la LEG se tuvieron que reformar los artículos 18, segundo párrafo y 81; y se adicionó al artículo 3, la fracción LXI BIS de la LAN, para quedar como sigue:

ARTÍCULO 3....

I. a LXI. ...

LXI BIS. “Yacimiento geotérmico hidrotermal”: Aquel definido en términos de la Ley de Energía Geotérmica;

LXII. a LXVI. ...

...

ARTÍCULO 18....

El Ejecutivo Federal, a propuesta de “la Comisión”, emitirá la declaratoria de zonas reglamentadas, de veda o de reserva, deslindando, cuando así se requiera, la aplicación de las disposiciones que se establezcan para acuíferos definidos por “la Comisión”, en relación con otros acuíferos o yacimientos geotérmicos hidrotermales que existan en la misma zona geográfica. Para ello, “la Comisión” deberá realizar, por sí o con el apoyo de terceros cuando resulte conveniente, los estudios y evaluaciones suficientes para sustentar los deslindamientos referidos y promover el mejor aprovechamiento de las fuentes de aguas del subsuelo.

...

ARTÍCULO 81. Los interesados en realizar trabajos de exploración con fines geotérmicos, deberán solicitar a “la Comisión” permiso de obra para el o los pozos exploratorios, en términos de lo dispuesto por la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento.

La explotación, uso y aprovechamiento de aguas del subsuelo, contenidas en yacimientos geotérmicos hidrotermales, requiere de concesión de agua otorgada por “la Comisión” y de autorización en materia de impacto ambiental.

Las concesiones de agua a que alude el párrafo anterior serán otorgadas de conformidad con los requisitos establecidos en la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento. En todo caso, la dependencia ante la cual se realizarán los trámites relativos a su otorgamiento y modificación, será la que señala el artículo 2 fracción XVI de la Ley de Energía Geotérmica.

Como parte de los requisitos que establece la Ley de Energía Geotérmica y su Reglamento para el otorgamiento de concesiones de agua, el interesado deberá presentar a la dependencia a que alude el párrafo anterior, los estudios del yacimiento geotérmico hidrotermal que determinen su localización, extensión, características y conexión o independencia con los acuíferos adyacentes o sobreyacentes.

Los estudios y exploraciones realizados por los interesados deberán determinar la ubicación del yacimiento geotérmico hidrotermal con respecto a los acuíferos, la probable posición y configuración del límite inferior de éstos, las características de las formaciones geológicas comprendidas entre el yacimiento y los acuíferos, entre otros aspectos.

Si los estudios demuestran que el yacimiento geotérmico hidrotermal y los acuíferos sobreyacentes no tienen conexión hidráulica directa, el otorgamiento de la concesión de agua por parte de “la Comisión”, no estará sujeto a la disponibilidad de agua de los acuíferos ni a la normatividad relativa a las zonas reglamentadas, vedas y reservas, respectivas.

“La Comisión” otorgará al solicitante, a través de la dependencia a que la alude la fracción XVI del artículo 2 de la Ley de Energía Geotérmica, la concesión de agua

correspondiente sobre el volumen de agua solicitado por el interesado y establecerá un programa de monitoreo a fin de identificar afectaciones negativas a la calidad del agua subterránea, a las captaciones de la misma o a la infraestructura existente derivadas de la explotación del yacimiento.

Se requerirá permiso de descarga y autorización en materia de impacto ambiental cuando el agua de retorno se vierta a cuerpos receptores que sean aguas nacionales y demás bienes nacionales o cuando se trate de la disposición al subsuelo de los recortes de perforación. La reincorporación del agua de retorno al yacimiento geotérmico hidrotermal, requiere permiso de obra para el pozo de inyección.

Las concesiones de agua otorgadas por “la Comisión”, podrán ser objeto de modificación en caso de alteración de los puntos de extracción o inyección, redistribución de volúmenes, relocalización, reposición y cierre de pozos.

Por tal motivo y a partir de las modificaciones descritas se dio pauta para que, en términos de efectos administrativos, la aplicación e interpretación de la LEG correspondiera a la Secretaría de Energía (SENER). En ese contexto, se da preferencia a las actividades de reconocimiento, exploración y explotación de recursos geotérmicos sobre cualquier otro uso o explotación del subsuelo de México, excepto en el caso de los hidrocarburos.

Asimismo, estas actividades deberán realizarse en estricto cumplimiento de la normativa sobre consultas previas, libres e informadas a los pueblos indígenas. Lo anterior, respetando en todo momento los derechos humanos y sociales de los particulares, ejidatarios, comuneros o dueños de los predios de que se trate. Por lo tanto, cuando la SENER reciba una solicitud de permiso para explorar o explotar el recurso geotérmico, informará al interesado parte de la obligación de realizar tales consultas.

Actividades reguladas por la LEG

Como ya se mencionó previamente, la LEG tiene por objeto el regular las actividades de reconocimiento, exploración y explotación de recursos geotérmicos para el aprovechamiento de la energía del subsuelo, con el objetivo de generar energía eléctrica o destinarla a usos diversos, así como establecer que las actividades sobre geotermia son de utilidad pública. En ese contexto, en la LEG se reconocen tres actividades principales en materia de geotermia (Fig. 3) que se definen a continuación:

- *El reconocimiento.* Actividad que permite determinar –por medio de la observación y la exploración a través de estudios de geología por fotos aéreas, percepción remota, toma y análisis de muestras de rocas, muestreo geoquímico y geohidrológico, entre otras– si determinada área o territorio puede ser fuente

de recursos geotérmicos para la generación de energía eléctrica o destinarla a usos diversos;

- *La exploración.* Conjunto de actividades que contribuyen al conocimiento geológico, geofísico y geoquímico del área geotérmica; así como las obras y trabajos realizados en superficie y en el subsuelo, con el objeto de corroborar la existencia del recurso geotérmico y delimitar el área geotérmica, dentro de las cuales se encuentra el acondicionamiento del sitio, obras civiles asociadas, montaje de maquinaria y equipo, perforación y terminación de pozos exploratorios geotérmicos;
- *La explotación.* Conjunto de actividades, con fines comerciales, que permiten obtener energía eléctrica y otros aprovechamientos por medio del calor del subsuelo, a través de la perforación de pozos, o cualquier otro medio, incluyendo las demás obras necesarias para la construcción, extracción, puesta en marcha, producción y transformación del recurso geotérmico.

La siguiente figura describe los aspectos más relevantes a considerar para cada etapa.

Figura 3. Actividades reguladas por la LEG



Fuente: elaboración de David Alejandro Rocha Ruíz.

Los interesados en obtener un Registro de Reconocimiento, Permiso de Exploración o Concesión de Explotación deberán presentar la solicitud respectiva ante la SENER, misma que contendrá los documentos que acrediten su capacidad jurídica, técnica y financiera para la realización de trabajos en un área determinada de un máximo de 150 km². Asimismo, se deberá demostrar la experiencia del solicitante en materia de energía geotérmica conforme a lo descrito en la LEG y los requisitos establecidos en su Reglamento.

Resulta importante mencionar que, para solicitar la Concesión de Explotación, es requisito indispensable haber sido titular del Permiso de Exploración del área geotérmica de que se trate, así como haber cumplido con los términos y condiciones del permiso correspondiente, y con todas las disposiciones que sobre el particular se prevea en la LEG y su Reglamento.

Alcances y limitaciones de la regulación actual

Desde la entrada en vigor de la LEG, surgieron nuevos retos en común entre la SENER y la CONAGUA, toda vez que tienen competencias concurrentes en el aprovechamiento de los recursos geotérmicos del país. Sin embargo, si el objetivo en los próximos años es contribuir al fortalecimiento de la industria geotérmica en México, resulta de vital importancia continuar propiciando canales de comunicación eficientes entre ambas instituciones.

En tal orden de ideas, a continuación se describe una serie de temas que plantean nuevas oportunidades para el trabajo coordinado entre ambas instituciones.

- **Usos diversos (UDCG):** en su Artículo 52, la LEG describe que *“el aprovechamiento de energía geotérmica para usos distintos a la generación de energía eléctrica, será regulado en lo que resulte aplicable, por esta Ley y su Reglamento, sin perjuicio de las disposiciones específicas que de acuerdo con la materia de que se trate resulten aplicables”*. Sin embargo, actualmente existen diversas aplicaciones geotérmicas (Artículo 2, fracción VIII del Reglamento de la LEG) que no se relacionan del todo con el objeto la LAN, lo anterior en cuanto a la regulación de las actividades de explotación, uso o aprovechamiento de las aguas nacionales se refiere. En ese contexto, y dado que existe la posibilidad de que alguna aplicación directa de la geotermia aproveche la energía calorífica contenida en acuíferos someros, resulta necesario emitir reglas de carácter general que regulen apropiadamente los UDCG de manera transversal, tanto para la parte energética (calorífica) como hídrica o en su caso se regule como un “aprovechamiento de paso” (Artículo 3, fracción VII Bis de la LAN).
- **Aprovechamiento de recursos geotérmicos de mediana y baja entalpía:** la LEG establece que se considera agua geotérmica *el agua propiedad de la Nación, en estado líquido o de vapor que se encuentra a una temperatura aproximada o superior a 80°C que no es apta para el consumo humano*; sin embargo, es preciso determinar mediante reglas de carácter general la interpretación de la frase *“temperatura aproximada o superior a 80°C”* con el fin de que los recursos geotérmicos puedan emplearse en distintas aplicaciones industriales de manera integral a pesar de que su temperatura sea de 60°C o menor.
- **Pozos de reinyección y de producción:** actualmente solo existe una Norma Oficial Mexicana que regula únicamente los pozos exploratorios, la cual fue

emitida por SEMARNAT (NOM-150-SEMARNAT-2017). No obstante, considerando el tiempo que implica emitir una Norma Oficial Mexicana, lo más prudente pudiera resultar en emitir lineamientos en tanto se lleve a cabo el proceso de emisión de la Norma Oficial Mexicana correspondiente, y cuya elaboración debiera involucrar cuando menos a la SENER, CONAGUA y SEMARNAT.

- **No afectación de acuíferos adyacentes:** dado que actualmente es una de las principales inquietudes de CONAGUA, se ha manifestado en múltiples ocasiones la intención de emitir lineamientos sobre el particular. En ese contexto, se puede generar un escenario en el que el aprovechamiento del recurso geotérmico, ya sea para generación de energía eléctrica o usos diversos, se lleve a cabo mediante un circuito termodinámico cerrado (Ej. Ciclos Rankine), cuyo aprovechamiento no implicaría ningún tipo de afectación al “estado base” de los acuíferos adyacentes superficiales. Por lo tanto, en el caso que se demuestre que el agua será retornada a su fuente original sin cambios en sus características químicas, debiera dar la apertura a dictaminar el otorgamiento de la concesión independientemente de que la cuenca o acuífero de que se trate, tenga o no disponibilidad de agua, mantenga continuidad o conexión hidráulica directa con el recurso geotérmico o en su caso sea objeto de un decreto de veda, reglamento o reserva.
- **No sujetar el otorgamiento de concesiones de agua geotérmica a un volumen determinado:** una de las principales razones para emitir una nueva normatividad que regulara los recursos geotérmicos fue que las concesiones otorgadas por la CONAGUA son por un volumen determinado de agua extraído, situación que resulta impropia en el caso de los recursos geotérmicos de mediana y baja entalpía principalmente, lo anterior debido a que en el caso de la aplicación de tecnología de ciclo binario (ciclo Rankine), únicamente se transferiría el calor contenido en el agua geotérmica del acuífero a un fluido secundario de menor punto de ebullición, esto mediante un intercambio térmico en un ciclo termodinámico cerrado. Bajo estas circunstancias, el hecho de otorgar una concesión “por volumen” resulta un tanto inadecuado, no sin antes mencionar que la LEG contempla la obligación de reinyectar el agua geotérmica al yacimiento del cual fue extraído, esto con el objeto de mantener el carácter de renovable del recurso. Obligación ya de por sí difícil de cumplir para la tecnología convencional (*flash*), en donde los fluidos de alta entalpía suelen contener volúmenes considerables de gases incondensables.
- **Diferenciar la reinyección de la descarga de aguas residuales:** actualmente la práctica de vertimiento de aguas geotérmicas mediante pozos de reinyección en campos geotérmicos en explotación no se debe a que éste se considere un “residuo”, sino que se trata de una labor necesaria y en cierta medida orientada a garantizar el aprovechamiento sustentable del recurso geotérmico. En ese

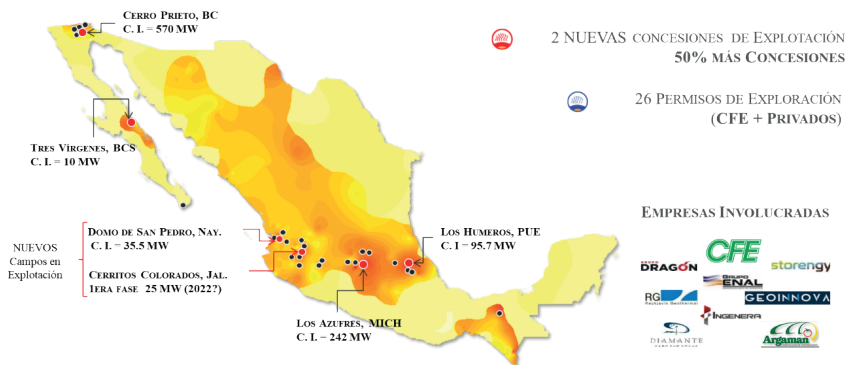
sentido, se pudieran promover acciones para aclarar que la reinyección de agua geotérmica no comparte una naturaleza jurídica con lo definido como descargas de aguas residuales.

Impactos en la sociedad

La LEG menciona que las actividades que se realicen se orientarán a los intereses nacionales, incluyendo los de seguridad energética del país, sustentabilidad de las áreas con potencial geotérmico, y protección al medio ambiente.

En ese sentido y desde la promulgación de la LEG y hasta noviembre de 2018 se otorgaron 6 concesiones de explotación y 26 permisos de exploración de recursos geotérmicos (Fig. 4). Por tal motivo y al ser la industria eléctrica de utilidad pública, el gobierno federal puede, en ciertos casos, proceder a la ocupación o afectación superficial del territorio de los estados para la construcción de plantas de generación de energía eléctrica cuando por las características del proyecto se requiera de una ubicación específica, así como también para la constitución de servidumbres necesarias para prestar el servicio público de transmisión y distribución de energía eléctrica.

Figura 4. Resultados de la aplicación de la LEG



Fuente: *Inventario Nacional de Energías Limpias*, SENER (2018).

Asimismo, las actividades de transmisión y distribución de energía eléctrica se consideran de interés social y orden público, por lo que tendrán preferencia sobre cualquier otra actividad que implique el aprovechamiento de la superficie o del subsuelo de los terrenos afectos. Los concesionarios mineros, así como los titulares de asignaciones, permisos o contratos, no podrán oponerse al tendido de ductos, cables o a la instalación de cualquier otra infraestructura para la trans-

misión y distribución de energía eléctrica en el área comprendida en la concesión, asignación, permiso o contrato de que se trate, siempre y cuando el proyecto sea técnicamente factible.

Por tal motivo, el gobierno federal, los gobiernos estatales y municipales podrán contribuir al desarrollo de proyectos de generación, transmisión y distribución de energía eléctrica, mediante procedimientos y bases de coordinación que agilicen y garanticen el otorgamiento de los permisos y autorizaciones en el ámbito de su competencia.

En ese contexto, la Comisión Reguladora de Energía (CRE) emitirá las disposiciones necesarias para que dicho acceso sea permitido y vigilará el cumplimiento de esta obligación, así como la forma en que se afectarán las tarifas de las actividades de la industria eléctrica por los costos de los derechos de vía. Los transportistas y distribuidores sólo podrán cobrar las tarifas que establezca la CRE por el uso de su infraestructura y proporcionarán la información que la Comisión requiera para regular dicha actividad. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que la contraprestación, los términos y las condiciones para el uso, goce de los terrenos, bienes o derechos necesarios para realizar las actividades serán negociados y acordados entre los propietarios o titulares de dichos terrenos, bienes o derechos y los interesados en realizar dichas actividades.

Respecto al aprovechamiento integral de los recursos geotérmicos del país, se han establecido lazos de colaboración entre instituciones académicas como la Universidad Nacional Autónoma de México y empresas desarrolladoras con lo cual se han dado los primeros resultados en materia de innovación. Muestra de ello es la instalación y operación de un Deshidratador Geotérmico de Alimentos (DGA), proyecto que se basa en aprovechar el calor residual que se produce en el Campo Geotérmico de Domo de San Pedro, en Nayarit, para utilizarlo de manera integral mediante un proceso industrial que consiste en la deshidratación de alimentos (Proyecto FSE, 2019). En ese contexto la capacidad actual instalada del DGA, equivale a desplazar 11,028 GWh/año de energía a partir de fuentes fósiles, por lo que actualmente ya no se emiten a la atmósfera poco más de 1,015.65 ton de CO_2 por GWh generado, o lo que es igual a 3.75 Mt CO_2 /año. La planta se enfoca a su vez en la generación de empleos locales, a través de la contratación de mujeres de la comunidad de San Pedro Lagunillas, por lo que actualmente se ha brindado empleo a alrededor de 50 personas.

Este tipo de proyectos sienta las bases para su futura replicabilidad en otras áreas en explotación y exploración dado que se reconoce el papel relevante que juegan los sujetos agrario –población rural, pueblos indígenas y afroamericanos– en el desarrollo territorial incluyente y sostenible para garantizar el pleno ejercicio de sus derechos, así como para impulsar acciones que coadyuven con el sector

energético mediante el diálogo y los procedimientos de mediación para el adecuado uso y aprovechamiento del suelo. Lo anterior en consideración del Objetivo prioritario número 2, del Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano 2020-2024.

Reflexiones finales

Desde épocas antiguas, el calor del interior de la Tierra se ha manifestado en la superficie y se ha usado primeramente para fines recreativos de las aguas termales. El desarrollo científico, tecnológico y la innovación han permitido la explotación de este recurso geotérmico, donde nuestro país ha sido beneficiado por contar con yacimientos geotérmicos de alta temperatura que han producido energía eléctrica durante décadas. A partir de 1948, el pensamiento innovador de destacados ingenieros mexicanos dio origen al comienzo de la exploración y explotación geotérmica en nuestro país dando lugar al establecimiento de 4 campos geotérmicos, los cuales son administrados por la CFE.

En ese contexto, la promulgación de la Ley de Energía Geotérmica (en el año 2014), plantea un nuevo escenario para dar la apertura al desarrollo y financiamiento de actividades de reconocimiento, exploración y explotación de recursos geotérmicos de alta, mediana y baja entalpía. Cabe señalar que este tipo de regulaciones debe de ir acompañado de planes, programas y políticas públicas dirigidas a no sólo favorecer la implementación de nuevos proyectos de generación geotermoeléctrica y usos diversos del calor geotérmico, sino que de igual modo se debe poner especial atención a los derechos de los pueblos y comunidades indígenas, quienes tienen una gran presencia en el territorio nacional.

Asimismo, se debe promover el respeto a los derechos humanos y sociales de los dueños de la tierra, para que a través del desarrollo de este tipo de proyectos se pueda brindar una mayor igualdad y justicia a los ciudadanos y ciudadanas del país, lo anterior mediante el aprovechamiento de los co-beneficios sociales y económicos que otorgan las energías renovables. Por último, se puede afirmar que actualmente México cuenta con las capacidades técnicas para aprovechar oportunidades de generación de conocimiento y la adopción de tecnologías en mejoras a los procesos productivos. Esto ha permitido impulsar la investigación aplicada por medio de soluciones innovadoras en el que la adopción y generación de las tecnologías proviene principalmente de MIPYMES. En conclusión, los proyectos orientados a un aprovechamiento integral de los recursos geotérmicos podrán generar las coyunturas necesarias para que el sector rural local no sólo se beneficie por medio de la generación de empleos, sino que también se involucre y encuentre oportunidades de inserción en la amplia cadena de valor de la geotermia.

Referencias

- Arellano Gómez, V. M., Iglesias Rodríguez, E., García Gutiérrez, A. (2008). La energía geotérmica: una opción tecnológica y económicamente madura. *Boletín IIE (Instituto de Investigaciones Eléctricas)*, julio-septiembre: 102-114 Disponible en: <https://www.ineel.mx/boletin032008/tendencias.pdf>
- Armstead, C. H. (1973). *Geothermal Energy. Review of Research and Development*. UNESCO.
- Banaméricas (s. f.). *Geotermoeléctrica Celaya Guanajuato*. Disponible en: <https://www.bnamericas.com/es/perfil-proyecto/geotermoelectrica-celaya-guanajuato>. Consultado el 11 de agosto de 2021.
- Bolón García, A. M., Gutiérrez Villascán, A., Martínez Hernández, A. M., Pérez Sánchez, D. I., Romero Juárez, E., del Razo Ochoa, C. (2020). *Energía geotérmica, ¿con potencial en México?* Disponible en: <https://www.energiaadebate.com/energia-limpia/energia-geotermica-con-potencial-en-mexico/>. Consultado el 9 de agosto de 2021.
- Cacho Carranza, Y. (2018). *Estado de la Energía Geotérmica en México*. Petroquímex. Recuperado el 11 de agosto de 2021 en: <https://petroquimex.com/PDF/NovDic18/Geotermia.pdf>
- CeMIE-Geo (s. f.). *Geotermia en México*. Recuperado el 08/08/2021 en: <http://www.cemiegeo.org/index.php/geotermia-en-mexico>
- Dickson, M. H. y Fanelli, M. (2015) *¿Qué es la geotermia?* Italia: CNR.
- Entrevista con el Ing. Daniel González. Pioneros en la industria de deshidratación de alimentos por uso de calor geotérmico (2019). Disponible en: <http://www.proyectofose.mx/2019/01/09/pioneros-en-la-industria-de-deshidratacion-de-alimentos-por-uso-de-calor-geotermico/>. Consultado el 19 de agosto de 2021.
- Escamilla Paz, A., García Galeana, E., Rivera Ortega, J. E., García Trujillo, M. J., Aguilar Gama, O. (2020). *Impacto de la gestión social de los proyectos energéticos en México*. Recuperado el 09/08/2021 en: <https://energiaahoy.com/2020/03/31/impacto-de-la-gestion-social-de-los-proyectos-de-energeticos-en-mexico/>
- Foster, S., Elzinga, D. (s. f.). *El papel de los combustibles fósiles en un sistema energético sostenible*. Disponible en: <https://www.un.org/es/chronicle/article/el-papel-de-los-combustibles-fosiles-en-un-sistema-energetico-sostenible>. Consultado el 11 de agosto de 2021.
- Fridleifsson, G., Bertani, R., Huenges, E., Lund, J., Ragnarsonn, A., Rybach, L. (2008). IPCC The Possible Role and Contribution of Geothermal Energy to the Mitigation of Climate Change. En *Scoping Meeting on Renewable Energy Sources, Proceedings*. Lübeck, Germany: IPCC.

- Geology Survey (GS) (1980). Principles of a Resource/Reserv Classification for Minerals. *Geological Surver Circular* 831, Geological Survey Bulletin 1450-A.
- Goldstein, B., G. Hiriart, R. Bertani, C. Bromley, L. Gutiérrez-Negrín, E. Huenges, H. Muraoka, A. Ragnarsson, J. Tester y V. Zui (2011). Geothermal Energy. En O. Edenhofer *et al.* (Eds.). *IPCC Special Report on Renewable Energy Sources and Climate Change Mitigation*. Estados Unidos: Cambridge University Press.
- Gutiérrez-Negrín, L., Maya-González, R. y Quijano-León, J. (2015). Present situation and perspectives of Geothermal in Mexico. *Proceedings World Geothermal Congress 2015*. Melbourne, Australia.
- Hernández Galán, J. L. (1985). *La Energía de la Tierra*. México: CECSA.
- Hiriart Le Bert, G. *et al.* (2011). *Evaluación de la energía geotérmica en México. Informe para el Banco Interamericano de Desarrollo y la comisión Reguladora de Energía*. México.
- Inventario Nacional de Energías Limpias, Secretaría de Energía, (2018). Disponible en: <https://www.gob.mx/sener/articulos/inventario-nacional-de-energias-limpias?idiom=es>. Consultado el 1 de octubre de 2021.
- IRENA (International Renewable Energy Agency) (2015). *REmap 2030 A renewable Energy Roadmap*.
- Jóhannesson, T. y Chatenay, C. (2014). *Direct Use of Geothermal Resources. Short Course VI on Utilization of Low- and Medium-Enthalpy Geothermal Resources and Financial Aspects Utilization*. El Salvador.
- Jorquera, C. (16 de enero de 2018). Nuestra lista top-10 de países mejor rankeados, en función de la capacidad instalada de generación geotérmica (MW), que suman un total de 14,060 GW en enero de 2018. *Piensa en Geotermia*. Disponible en: <https://www.piensageotermia.com/los-10-principales-paises-geotermicos-ordenados-por-su-capacidad-instalada-finales-de-2017/>. Consultado el 11 de agosto de 2021.
- Jorquera, C. (24 de diciembre de 2019). CFE inauguró oficialmente la Unidad 18 de 27 MW en la planta geotérmica Los Azufres (Los Azufres III Fase 2) en Michoacán. *Piensa en Geotermia*. Disponible en: <https://www.piensageotermia.com/cfe-inaugura-27-mw-en-los-azufres-iii-2-fase-2-unidad-18/>. Consultado el 11 de agosto de 2021.
- Ledru, P. y Guillou, F. L. (2010). Reservoir Definition. En: Huenges E. (eds). *Geothermal Energy Systems: Exploration, Development, and Utilization* (pp. 1-36). Berlín: Wiley-vch.
- Llopis, T. G. y Angulo, V. R. (2008). *Guía de la Energía Geotérmica*. Dirección General de Industria, Energía y Minería. Consejería de Economía y Consumo. Comunidad Madrid.

- Ornelas, A. (2007). El régimen jurídico de los recursos geotérmicos en México. En C. Nava Escudero y G. Hiriart Le Bert (coords.). *Desalación de agua con energías renovables*. México: Instituto de Investigaciones Jurídicas-Instituto de Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México. Disponible en: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2524/7.pdf>. Consultado el 9 de agosto de 2021.
- Peláez, R., Geotermia en México, un Potencial de Energía “Inagotable”. *Ecología*. Disponible en: <https://petroquimex.com/geotermia-en-mexico-un-potencial-de-energia-inagotable/>. Consultado el 10 de agosto de 2021.
- Ramírez, M. y Rocha, D. (2016). *Geothermal Energy Reform in Mexico: Legal Framework, Tools and Outcome*. Geothermal Resources Council Transactions, (40): 411-416.
- Rojas, Francisco (2016). Grupo Dragon Will Commission Unit 3 on the Domo de San Pedro Geothermal field next week; a year ahead of Schedule thanks to the Smart use of 2 back-pressure units to do well testing. *Think Geonergy*. Disponible en: <https://www.thinkgeoenergy.com/grupo-dragon-to-commission-25-5-mw-unit-3-at-domo-de-san-pedro-in-mexico/>. Consultado el 11 de agosto de 2021.
- Romerio, Franco (2006). La energía como fuente de crecimiento y desarrollo en la perspectiva del fin de la era de los combustibles fósiles. *Revista Economía Informa*, (340), 33-47.
- Seamundsson, K. (2011). *Geothermal Systems in Global Perspective. Short Course VI on Exploration for Geothermal Resources*. Lake Bogoria and Lake Naivasha, Kenya. Oct. 27–Nov. 18.
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano (2020). *Programa Sectorial de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano 2020-2024*. Gobierno de México. Disponible en: <https://www.gob.mx/sedatu/acciones-y-programas/programa-sectorial-de-desarrollo-agrario-territorial-y-urbano-2020-2024>. Consultado el 8 de agosto de 2021.
- SENER (Secretaría de Energía) (2017). *Mapa de Ruta Tecnológica en Geotermia*, 67 pp.
- SENER (Secretaría de Energía) (2018). *Mapa de Ruta Tecnológica. Usos directos del calor geotérmico*, 76 pp.
- Stober, I. and Bucher K. (2013). *Geothermal Energy, from Theoretical Models to Exploration and Development*. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Capítulo 1.
- Watson A., (2013). Sources of geothermal heat, Capítulo 2 en: *Geothermal Engineering: Fundamentals and Applications*. Springer Science+Business Media New York.

**GESTIÓN PÚBLICA Y SOCIAL
DE LOS RECURSOS NATURALES.
INSTITUCIONES, ACTORES Y DESARROLLO**

se terminó de imprimir el 12 de abril de 2023,
en los talleres de Ediciones La Biblioteca,
ubicados en Azcapotzalco La Villa 1151,
Colonia San Bartolo Atepehuacan,
Gustavo A. Madero, México.

Cuidado editorial:
Departamento de Publicaciones
Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM.

Para su formación se utilizó la fuente Junicode
en 12 puntos y Lato a 14 para titulares.

El estudio de la gestión pública y social de los recursos naturales por parte de las ciencias sociales cobra especial relevancia en tanto se advierten problemas para el mantenimiento de la vida. La intensa desertificación y la tala inmoderada, la extinción de especies animales y vegetales, como también la presencia de especies en hábitats que no son los propios, el deshielo de los polos y el incremento del nivel de las aguas oceánicas, entre otros, son problemas que tendrán repercusiones en las sociedades en la medida que ocurrirán migraciones internas, cambio de la vocación de los suelos, modificación de las actividades productivas; en fin, las autoridades requerirán nuevas formas y procedimientos para atender las exigencias y demandas de los ciudadanos.

Frente a ello, es necesario que los gobiernos, además de tener adecuados diagnósticos sobre los problemas, se acerquen a los ciudadanos en la medida que ellos, como usuarios y beneficiarios de los recursos naturales, poseen información y experiencias sobre aspectos vinculados al mantenimiento de los ecosistemas o sobre las especies endémicas del lugar.

Lo relevante es que la autoridad gubernamental escuche e incorpore las opiniones y sugerencias de la ciudadanía al momento de diseñar e implementar políticas vinculadas a la gestión pública y social de los recursos naturales. Se requiere, pues, una democracia ambientalmente responsable que incentive la gobernabilidad y la gobernanza comprometidas con la sustentabilidad.

ISBN UNAM: 978-607-30-7474-2



9 786078 916054 >

