

Gestión y tecnologías del agua

Alternativas desde las nuevas generaciones

Delia Montero Contreras
Roberto M. Constantino Toto
coordinación



Casa abierta al tiempo
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Rector general, José Antonio de los Reyes Heredia

Secretaria general, Norma Rondero López

UNIDAD AZCAPOTZALCO

Rectora de Unidad, Yadira Zavala Osorio

Secretario de Unidad, Saúl Alejandro Hernández Saavedra

UNIDAD CUAJIMALPA

Rector de Unidad, Octavio Mercado González

Secretario de Unidad, Gerardo Kloss Fernández del Castillo

UNIDAD IZTAPALAPA

Rector de Unidad, Verónica Medina Bañuelos

Secretario de Unidad, Javier Rodríguez Lagunas

UNIDAD LERMA

Rector de Unidad, Gabriel Soto Cortés

Secretaria de Unidad, Alma Patricia de León Calderón

UNIDAD XOCHIMILCO

Rector de Unidad, Francisco Javier Soria López

Secretaria de Unidad, María Angélica Buendía Espinosa

RED DE INVESTIGACIÓN EN AGUA

Coordinador general: Roberto M. Constantino Toto

Asesores: Pedro Moctezuma Barragán, Óscar Monroy Hermosillo, Javier Velázquez Moctezuma

Grupo coordinador: José Félix Aguirre Garrido, Eloísa Domínguez Mariani, Raúl Hernández Mar, Delia Montero Contreras, Gloria Soto Montes de Oca, Gustavo Manuel Cruz Bello, Eugenio Gómez Reyes, Abigail Martínez Mendoza, Fabiola Sosa Rodríguez, Carlos Vargas Cabrera

GESTIÓN Y TECNOLOGÍAS DEL AGUA
ALTERNATIVAS DESDE LAS NUEVAS GENERACIONES



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Rector general, José Antonio de los Reyes Heredia

Secretaria general, Norma Rondero López

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA-XOCHIMILCO

Rector de Unidad, Francisco Javier Soria López

Secretaria de Unidad, María Angélica Buendía Espinosa

DIVISIÓN DE CIENCIAS SOCIALES Y HUMANIDADES

Dirección, Esthela Irene Sotelo Núñez

Secretaria académica, Silvia Pomar Fernández

Jefe de la sección de publicaciones, Miguel Ángel Hinojosa Carranza

COMITÉ EDITORIAL

Araceli Soní Soto (presidenta)

Aleida Azamar Alonso / Dulce Asela Martínez Noriega / Armando Ortiz Tepale

Ruth Ríos Estrada / Héctor Manuel Villarreal Beltrán

Asistente editorial: Varinia Cortés Rodríguez

GESTIÓN Y TECNOLOGÍAS DEL AGUA

ALTERNATIVAS DESDE LAS NUEVAS GENERACIONES

Delia Montero Contreras
Roberto M. Constantino Toto
coordinación

Primera edición: 22 de noviembre de 2023

Gestión y tecnologías del agua.
Alternativas desde las nuevas generaciones
Volumen 2 de la colección: Libros UAM del agua

Edición: Alejandro López Morcillo y Nayeli Amaya Pérez
almorcillo@gmail.com
nayemontseamaya@gmail.com

ISBN digital volumen 2: 978-607-28-2977-0
ISBN de la Colección: 978-607-28-2874-2

D.R. © Universidad Autónoma Metropolitana
Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco
Calzada del Hueso 1100, Colonia Villa Quietud,
Alcaldía Coyoacán, Ciudad de México, C.P. 04960

Sección de Publicaciones de la División de Ciencias Sociales
y Humanidades. Edificio A, 3er piso. Teléfono 5483 7060

pubcsh@gmail.com / pubcsh@correo.xoc.uam.mx
<http://dcsh.xoc.uam.mx/repdig>
<http://www.casadelibrosabiertos.uam.mx/index.php/libroelectronico>

Contenido

- 9 **Prefacio**
- 11 **Introducción**
- 17 **Capítulo 1**
Equidad y seguridad hídrica doméstica:
una política pública pendiente
María Guadalupe Díaz Santos
- 51 **Capítulo 2**
Diseño de filtros para la potabilización
del agua en la alcaldía Iztapalapa, Ciudad de México
Norma Casiano García, Annabel Lee Téllez y Judith Cardoso Martínez
- 81 **Capítulo 3**
La gestión del riego en Santa Catarina del Monte,
Texcoco, México
Alma Patricia Montiel Rogel
- 109 **Capítulo 4**
Propuesta de saneamiento, caso río Xalapango,
subcuenca de Texcoco, Estado de México
Miguel Ángel Briones Cervantes, Eloísa Domínguez Mariani
y Óscar A. Monroy Hermosillo

- Capítulo 5
- 137 La ciudadanía y la demanda del servicio de agua potable en Zacatecas, 1913-1927
José Raúl Reyes Ibarra
- Capítulo 6
- 163 El agua contando historias. Las luchas de las culturas anfibias por la recuperación de los bienes comunes en el Bajo Sinú, departamento de Córdoba, Colombia
Luis Miguel Sánchez Zoque

Prefacio

Desde que la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) abrió sus puertas ha tenido el compromiso de abordar, de diversas formas, problemáticas que comprometen y pueden mejorar las condiciones de vida de la sociedad y una de ellas es la del agua. Desde la fundación de la universidad fue creado un programa de estudios para formar profesionales que estudiaran los problemas del agua en el país.

Como sabemos, el agua es un recurso renovable, pero en décadas recientes se ha convertido en un bien cada vez más frágil, debido a que el ciclo hidrológico se ha alterado, entre otras cosas por el cambio climático, a lo que debemos agregar su contaminación y la mala gestión. Los efectos del huracán Otis es una muestra de las consecuencias del cambio climático y los efectos devastadores que pueden acarrear lluvias torrenciales o las sequías padecidas en este año en México y en otros países, también con grandes impactos.

El análisis de los problemas relacionados con el agua es complejo, y en esa tesitura la UAM fortalece el trabajo inter, multi y transdisciplinario desde hace varias décadas con el fin de proporcionar alternativas viables con un contenido social, histórico, tecnológico e institucional. A partir de la apertura e incorporación de todos los conocimientos posibles en la solución de un problema como el del agua, que genera inequidad, abusos, alteraciones ecológicas y conflictos sociales, las cinco unidades académicas de la UAM contribuyen a fortalecer los espacios académicos

de diálogo con el fin de plantear alternativas posibles, deseables y sostenibles para atender estas dificultades.

Por la importancia que representan los asuntos del agua en el país, la universidad fortalece su compromiso social mediante la formación de jóvenes estudiantes en sus posgrados acerca de estos temas. Y como parte de ello, fortalece los espacios continuos de diálogo e intercambio con estudiantes de otras latitudes interesados en la problemática del agua, con el fin de que se construyan conjuntamente soluciones viables no sólo para la Ciudad de México y la Zona Metropolitana donde se ubica la UAM, sino también para el resto del país. Este volumen es una muestra de todo ello.

Las diversas problemáticas y disputas que se presentan en el país en materia de agua son una prioridad para nuestra universidad y, en ese sentido, la generación de un espacio de interacción de estudiantes de posgrado en la discusión de estos temas es fundamental, no sólo desde una perspectiva epistemológica, sino por el valor pedagógico que posee el diálogo entre diferentes disciplinas.

Sin duda es importante para los estudiantes encontrar un foro donde se debatan ideas, proyectos y, por qué no, generar nuevas redes de interacción con el fin de producir no solamente conocimiento, sino alternativas viables a algunos de los problemas en materia de agua en nuestro país.

El compromiso de la Universidad Autónoma Metropolitana por contribuir a la generación de soluciones y alternativas ante problemas delicados de nuestra sociedad, como los del agua, lo lleva a cabo mediante lo máspreciado que tenemos en nuestro país: las nuevas generaciones de alumnos, que en algún momento tendrán que enfrentarse profesionalmente a este tipo de fenómenos y deberán tomar decisiones que con seguridad contribuirán a generar inclusión en materia de agua, a conservar nuestras aguas subterráneas y superficiales, y a mejorar las formas de su gestión, contribuciones que sin duda mejorarán las condiciones de vida en nuestro país.

Dr. José Antonio De los Reyes Heredia
Rector General
Universidad Autónoma Metropolitana

Introducción

Los problemas que aquejan a la Ciudad de México en materia hidráulica no son nuevos, ya desde la época del Porfiriato se vislumbraban problemas como inundaciones, falta de agua y hundimientos, dificultades que se han tratado de paliar y hoy se agravan por la falta de planeación, de mejoramiento de la infraestructura hidráulica y desabasto a ciertas zonas de la ciudad, lo cual no es más que el resultado de una mala gestión que desencadena problemas de inequidad en materia de abastecimiento de agua, particularmente para las personas de bajos y muy bajos ingresos.

Una mala gestión del agua, como se ha visto en las últimas décadas en la Ciudad de México, lo primero que produce es inequidad y exclusión en el acceso a un bien que no sólo es un derecho humano, sino además un bien fundamental para la vida. Diversos estudios demuestran que las personas de más bajos ingresos y que menos acceso tienen al agua son las que más pagan por este recurso, a ello se debe agregar que en algunas zonas, cuando reciben el agua por tandeo, ésta contiene muchos minerales y metales que pueden afectar la salud, como sucede en el oriente de la ciudad, donde el potasio y el manganeso están presentes en el agua que se distribuye; afortunadamente se han encontrado alternativas para resolver este problema.

En el resto del país la situación no es tan diferente, en general cada vez hay más problemas de contaminación de cuerpos de agua y la

alteración de la organización local impactada por la implantación de producción agrícola bajo el imperante desarrollo de nuevas formas, que desencadenan no sólo alteraciones ambientales sino también impacto en las organizaciones locales en materia de agua, que se vinculan desde luego a formas de gestión y programas hidráulicos de corto plazo, ya que difícilmente vislumbran escenarios de mediano y largo plazo.

La Universidad Autónoma Metropolitana (UAM), interesada desde hace algunas décadas por los temas del agua, presenta el trabajo de varios jóvenes estudiosos de estos contenidos para contribuir con investigaciones donde la Universidad tiene amplia experiencia, en un intercambio de conocimientos con las nuevas generaciones, como los estudiantes de maestría y doctorado, que con su visión y talentos convergen en alternativas y aportaciones viables desde una perspectiva multidisciplinaria para ofrecer soluciones sobre un tema tan complejo, con la finalidad de contribuir en la disminución de la inequidad en materia de abasto de agua.

El trabajo de María Guadalupe Díaz Santos, “Equidad y seguridad hídrica doméstica: una política pública pendiente”, menciona que en la Ciudad de México (CdMx) prevalece un acceso inequitativo al servicio del agua, debido a que al menos 2,127,244 personas reciben el líquido vital de manera intermitente mediante tandeo, como resultado de la falta de un enfoque social en la política pública, entre otras cosas. Si bien uno de los paradigmas de la gestión del agua es el de seguridad hídrica, éste carece de un enfoque social, por lo que su trabajo procura dar respuesta a cómo integrar el enfoque social en las políticas públicas en la CdMx. Plantea que se deben integrar en sus lineamientos de acción técnicos hallazgos sociales basados en las experiencias, percepciones y prácticas de las personas a escala del hogar, para lograr así una política de agua que siga el paradigma de seguridad hídrica doméstica. Para esto llevó a cabo una serie de entrevistas y encuestas en 17 colonias abastecidas con tandeo.

En la zona oriente de la Ciudad de México la calidad del agua es bastante mala, en buena medida porque se extrae de pozos profundos y contiene mucho potasio y manganeso. La investigación de Norma Casiano, Annabel Lee y Judith Cardoso, con el título “Diseño de filtros para la potabilización del agua en la alcaldía Iztapalapa, Ciudad de México”, aborda esta problemática y presenta una evaluación de la eficiencia de

remoción de manganeso en dos tipos de zeolitas: una natural y otra comercial recubierta con óxidos de manganeso, con la finalidad de desarrollar filtros que potabilicen el agua suministrada a la alcaldía Iztapalapa. La adecuada caracterización de las zeolitas permitirá remover el hierro y el manganeso del agua de forma económica y eficaz, lo que evitará problemas técnicos y de salud. Sus resultados mostraron porcentajes de remoción del 95-99%, siendo la zeolita comercial la más eficiente, con remoción del 99% en ambos pH, lo que sin duda son resultados que pueden favorecer mucho a zonas de bajos ingresos para tener acceso a un agua de mejor calidad.

El problema de la cuenca del Valle de México es un tema que también nos interesa, debido a que en cierta forma comparte aguas con la Ciudad de México y presenta formas características de propiedad en la gestión del agua. El trabajo de Alma Patricia Montiel Rogel, “La gestión del riego en Santa Catarina del Monte, Texcoco, México”, analiza la concepción de la propiedad dentro de la gestión del agua de riego en esa comunidad. La hipótesis que guía este trabajo es una concepción híbrida sobre la propiedad, que incluye ideas de la propiedad privada comunal, a la manera de Ostrom, pero también de la propiedad privada individual hereditaria, desde la postura de Hardin, que de acuerdo con Montiel permite la continuidad del riego en la comunidad. Para ello, muestra los rasgos singulares geográficos, culturales y sociales de la comunidad vinculados al riego para, posteriormente, abordar la combinación de estas dos concepciones de propiedad de los recursos naturales dentro de la gestión del agua de riego. La metodología del análisis se basó en la revisión de archivos históricos, así como recorridos de campo, observación participativa y la realización de entrevistas enfocadas a actores claves y usuarios regantes.

El capítulo de Miguel Ángel Briones, Eloísa Domínguez y Óscar Monroy, “Propuesta de saneamiento, caso río Xalapango, subcuenca de Texcoco, Estado de México”, plantea que la contaminación de cuerpos del vital líquido por el vertido de agua residual sin tratamiento es un problema creciente en México. Si bien la falta de tratamiento de agua residual responde a problemas multifactoriales en nuestro país, existen dos características constantes que resaltan, como la falta de personal técnico especializado y los altos costos de operación. La microcuenca del río Xalapango no escapa a estos problemas, por lo que a partir de

su análisis fisicoquímico del agua, se propone un sistema de tratamiento de agua residual con una visión de cuenca que supondría el saneamiento del agua vertida a este río, por medio de procesos biológicos de bajo costo y que puedan ser operados por las comunidades, lo que sin duda plantea alternativas favorables en la calidad del agua.

El trabajo de José Raúl Reyes Ibarra, “La ciudadanía y la demanda del servicio de agua potable en Zacatecas, 1913-1927”, desde una revisión histórica a partir de la participación del consumidor, enfatiza el surgimiento y evolución de la demanda. Su trabajo tiene como objetivo analizar cuál fue la participación de los ciudadanos en la creación y expansión de la demanda de agua entubada en la capital de Zacatecas, por lo que la propuesta parte de 1913 con las primeras conexiones de agua entubada y concluye en 1927 con las gestiones hechas por el gobierno del estado para la construcción de obras de captación y almacenamiento de agua potable.

Finalmente, Luis Miguel Sánchez Zoque y Mayra Irasema Terrones Medina en “El agua contando historias. Las luchas de las culturas anfibias en el Bajo Sinú, departamento de Córdoba, Colombia”, se centran en la cuenca baja del río Sinú, debido a que es un territorio importante en los ámbitos social, cultural y ecológico como drenaje natural. Esta zona destaca en razón de su potencial y real oferta de servicios ecoturísticos, patrimoniales y arquitectónicos. Su ecosistema ha permitido múltiples actividades como la desecación, la ganadería extensiva y trashumante, cultivos agroindustriales de palma africana, arroz, algodón, maíz certificado, frutales y hortalizas, y ahí se ubica el proyecto hidroeléctrico “Urrá I”, el cual trastornó la dinámica hidrológica de toda la cuenca a partir del año 2000, por lo que su trabajo tiene como objetivo mostrar cómo algunos espacios y prácticas de reapropiación de los bienes comunes en la Ciénaga grande del Bajo Sinú pueden identificarse como elementos centrales de la persistencia de la cultura anfibia.

Todos los capítulos sin duda contribuirán a ampliar los conocimientos y experiencias sobre temas del agua en diversos ámbitos, a la vez que este segundo número de la colección Libros UAM del Agua, es un buen incentivo para que las nuevas generaciones continúen con trabajos de investigación en una temática que tanto hace falta en nuestro país.

Este trabajo no hubiera sido posible sin el apoyo y acompañamiento de la Red del Agua de la UAM, cuyos trabajos pioneros en muchas áreas

de investigación han sido difundidos y premiados. A la Red le damos todo nuestro agradecimiento por favorecer y fortalecer la difusión de los trabajos de los estudiantes de maestría y doctorado, que esperamos sea el mejor ejemplo para las generaciones futuras de jóvenes investigadores.

También agradecemos a la maestra María Dolly Espínola Frausto por su enorme apoyo en el financiamiento de esta obra, para que vea la luz pública con el fin de apoyar en la difusión del conocimiento en los temas relativos al agua. Su apoyo no sólo contribuye a esta labor dentro de las aulas de la UAM, sino más allá de éstas y con ello contribuye al quehacer de nuestra universidad.

Finalmente, agradecemos a la UAM por todas las facilidades otorgadas para concluir estos trabajos y al amable lector por favorecernos con su lectura y difusión.

Julio de 2023

Capítulo 1

Equidad y seguridad hídrica doméstica: una política pública pendiente

María Guadalupe Díaz Santos*

Resumen

En la Ciudad de México prevalece un acceso inequitativo al servicio del agua, ya que al menos 2,127,244 personas reciben el líquido vital de manera intermitente mediante el tandeo, esto como resultado de la falta del enfoque social en la política pública, entre otras cosas. Si bien uno de los paradigmas de la gestión del agua es el de seguridad hídrica, éste aún carece de dicho enfoque social, por lo que el presente escrito tiene como objetivo responder la pregunta ¿cómo integrar al enfoque social en la política pública de agua en la Ciudad de México?, cuya hipótesis es que el enfoque social de equidad en la política del agua se podrá lograr, entre otras cosas, con integrar en sus lineamientos de acción técnicos hallazgos sociales basados en las experiencias, percepciones y prácticas de las personas denle el hogar, para alcanzar de esta manera una política de agua

* Instituto Mexicano de Tecnología del Agua [maria_diaz@tlaloc.imta.mx], Código ORCID 0000-0002-8265-7852

que siga el paradigma de seguridad hídrica doméstica. Para resolverlo se siguió una metodología mixta mediante 60 entrevistas y 222 encuestas en 17 colonias con *tandeo*.

Palabras clave: *tandeo*, habitus de vulnerabilidad hídrica, macromedición, sectorización, calidad del agua.

Abstract

In Mexico City, unequal access to water service prevails, since at least 2,127,244 people receive the vital liquid intermittently through *tandeo*, this as a result of the lack of a social approach in public policy, among other things. Although one of the paradigms of water management is that of water security, it still lacks such a social approach. Therefore, this paper aims to answer the question: how to integrate the social approach into public water policy in Mexico City? Whose hypothesis is that the social focus of equity in water policy can be achieved, among other things, by integrating social findings based on the experiences, perceptions and practices of people at the household level into its technical action guidelines, in order to achieve a water policy that follows the paradigm of domestic water security. To solve it, a mixed methodology was followed through 60 interviews and 222 surveys in 17 colonies with *tandeo*.

Keywords: *tandeo*, water vulnerability habitus, macro-measurement, sectorization, water quality.

Introducción

Uno de los intereses en la política pública del agua es integrar el enfoque social a sus lineamientos de acción, lo cual se traduce en un reto considerable en el sentido que hasta hoy ha predominado el paradigma técnico. Sin embargo, un primer y gran paso es que en la presente administración (2018-2024) se ha planteado un objetivo: para el 2024, llevar el agua todos los días a todos los hogares de la Ciudad de México (CdMx).

Para lograrlo se llevan a cabo diferentes líneas de acción; sin embargo, aún los elementos sociales se presentan de manera general y con

poca intensidad. Por ejemplo, los ejes de la política pública son predominantemente técnicos por medio de la construcción o el mantenimiento de infraestructuras; sólo en los últimos años algunas acciones puntuales o proyectos muestran un tenue enfoque de procesos sociales vinculados con la distribución y acceso del agua, como los programas de cosecha de agua de lluvia.

Por consiguiente, el objetivo general de este texto es proponer una manera de integrar el enfoque social mediante la equidad a las actuales acciones técnicas de la política pública y gestión del agua en la CdMx, así como sumar a los esfuerzos de vincular los estudios académicos con su aplicación práctica.

La pregunta que guía este texto es: ¿cómo integrar al enfoque social en la política pública de agua en la Ciudad de México? La hipótesis es que el enfoque social de equidad en la política del agua se podrá lograr, entre otras cosas, si se consideran e integran en sus lineamientos de acción técnicos las experiencias, percepciones y prácticas de las personas en el ámbito del hogar, para establecer de esta manera una política de agua acorde con el paradigma de seguridad hídrica doméstica.

Sin duda el mayor reto de las investigaciones académicas es *aterrizar* en la práctica las propuestas teóricas. En este sentido, el presente documento busca aportar un ejercicio para vincular hallazgos de investigación en elementos prácticos –incluso técnicos– de la actual gestión del agua.

Una manera de plantear el vínculo enfoque social con política del agua es mediante el concepto de *equidad*, además de que el enfoque de gestión con base en el paradigma de seguridad hídrica –uno de los actuales ejes de la política pública nacional e internacional– corresponda con estos criterios sociales.

Este texto emana del proyecto de tesis “Vulnerabilidad sociohídrica al tandeo y calidad del agua en la Ciudad de México. Hacia una política de seguridad hídrica” (Díaz, 2021), en el que se siguió una metodología mixta a partir del microanálisis axial de 60 entrevistas y del análisis de correlaciones para 222 encuestas.

El marco teórico de dicha tesis se sustenta en la propuesta del concepto *habitus de vulnerabilidad sociohídrica*, que parte del enfoque de los estudios del cambio climático y se complementa con la teoría sociológica. Así se define como el resultado de las relaciones de tres dimensiones: la

exposición percibida (número de horas sin agua y de criterios con mala calidad), la sensibilidad de clase (servicio según los ingresos económicos) y las prácticas de las capacidades adaptativas (definidas según afecten o no la economía familiar) (Díaz, 2021).

La relación que se retoma para este escrito consiste en que la exposición percibida fundamenta la acción práctica de la macromedición; la sensibilidad de clase puede ser atendida con la sectorización; y la capacidad adaptativa se vincula principalmente con la acción de la mejora de calidad del agua.

Este documento se organiza en seis secciones: en la primera se atiende el problema del acceso desigual al agua potable mediante el análisis del *tandeo* en la CdMx; en la segunda se profundiza en los enfoques que guían la política pública del agua, con énfasis en la preeminencia técnica por sobre lo social; en la tercera se analizan los alcances, limitaciones y críticas del paradigma de seguridad hídrica que guía la actual gestión del agua; en la cuarta sección se enuncia el enfoque social de equidad que debería seguir una política pública; en la quinta se puede explicar el vínculo entre las tres principales acciones técnicas del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (Sacmex) con elementos sociales; por último, se presentan reflexiones finales para entender a la equidad como el eje de una política de seguridad hídrica.

El acceso inequitativo al servicio urbano del agua

Antes de referirnos al elemento social de la equidad, es importante señalar los procesos sociales de la desigualdad en los que se ubica el servicio de agua en la CdMx y que se viven de manera transversal.

El agua permite cierta calidad de vida mediante la educación, alimentación, salud, esparcimiento y otros derechos que se observan desde la cotidianidad del hogar, por lo que su carencia reproduce procesos de desigualdad social de mayor amplitud, y así, a partir de esto último, surge un círculo vicioso difícil de superar. Por tanto, si no se atiende la desigualdad que se vive en el hogar a causa de la falta de agua, no se podrá lograr una sociedad con equidad.

Una manera de observar el acceso desigual al servicio de agua potable es mediante el *tandeo*, que es una forma de distribución oficial del

servicio de agua; es intermitente, ya que puede ser por horas al día o por días a la semana —o incluso al mes—, con horario conocido, pero realmente incierto, y que además puede ser por la red o por pipas públicas.

En la CdMX, aunque las viviendas tengan la red, una cuarta parte de éstas no cuentan con agua de manera continua, sino que son abastecidas mediante el tandeo y están reconocidas por el gobierno como “colonias condonadas”.

La Encuesta Nacional de Hogares (ENH) (Inegi, 2017) señala que en la dotación de agua en la CdMx 80% de la población encuestada tiene agua entubada diario (lo que no significa todo el día), 9% cada tercer día, 5% dos veces por semana, 4% una vez por semana y 2% menos de una vez por semana.

Aunque las autoridades idean una ciudad donde el tandeo no sea la principal forma de abastecimiento, los escenarios y proyecciones apuntan a que el acceso al servicio de manera intermitente permanecerá y probablemente se extenderá considerando los escenarios de cambio climático.

Muestra de esto se observa en la ENH (2014-2017), donde se asienta que con el pasar de los años una mayor población tiene menos días con agua (y seguramente menos horas al día). Por ejemplo, en 2014 había 90 mil personas que recibían agua dos veces por semana, pero en 2017 la cifra subió a 121 mil; asimismo, quienes refirieron recibir agua de vez en cuando en 2014 eran 14 mil personas, y en 2017 fueron 57 mil encuestados en la misma situación.

Lo anterior se refleja también en el incremento de colonias condonadas en la CdMx, ya que de las 36 que había en 1999, en 2019 ya eran 347 (GODF, 1999-2019); en 2022 fueron 365 colonias (Sacmex, 2022). Esto muestra que la tendencia es que el tandeo aumenta paulatinamente, por lo que esta forma de distribución intermitente del agua tendrá que recibir mayor atención si se busca lograr la equidad social en el acceso a dicho servicio.

Asimismo, también existen diferencias en el consumo que coinciden con características socioeconómicas. Por ejemplo, en la curva de concentración del consumo de agua en la CdMx (Morales, 2018), el primer quintil, que agrupa a las familias con más bajos ingresos, consume sólo 7% de la cantidad total de agua administrada; mientras que el quinto y último quintil, donde están los hogares con mayores ingresos, consume 42% del agua, es decir, los hogares con más ingresos consumen seis

veces más agua, y además reciben 4.35 veces más subsidios que los hogares de bajos ingresos, considerando que el precio de un m³ es de ocho pesos (Morales, 2018:8).

En la CdMx, de acuerdo con el consumo promedio de agua para uso doméstico por hogar durante el bimestre de febrero de 2019, se observa que a partir de la agrupación en 10 percentiles de consumo de agua en m³, el segundo percentil de hogares consumió hasta 16 m³ en el bimestre, mientras que el percentil nueve consumió 49 m³ (49,000 litros) (Sacmex, 2021).

En ese bimestre se contabilizó el consumo de hasta 6,073 m³ en la colonia Insurgentes Cuicuilco, en Coyoacán. Cabe señalar que en el Código Fiscal de la CdMx se establece que el último rango de consumo es de 90,000 a 120,000 litros, es decir, hasta 120 m³ (art. 172). En otras palabras, en la CdMx hay hogares que consumen 50 veces más que el límite máximo establecido para las cuotas de pago.

A partir del último censo de población y considerando las Agebs (áreas geoestadísticas) se logró contabilizar 2,127,244 personas que viven en condiciones de acceso desigual al servicio de agua; hace 14 años se contabilizaron 1,430,667 habitantes con tandeo (Soto, 2008), por lo que incrementó 42 por ciento.

Política pública del agua y paradigmas

En este contexto, durante los últimos años resalta la importancia de incluir el enfoque social en la política pública del agua; sin embargo, su mención no necesariamente se refleja en la práctica, entre otros motivos porque aún prevalecen paradigmas dominantes (González, 2016) que priorizan algunos temas sobre otros, como el técnico.

La política pública representa una complejidad práctica, teórica y valorativa donde no sólo intervienen –o tendrían que intervenir– diferentes actores, sino también influyen valoraciones culturales, subjetividades, recursos informales como el carisma o el capital social de las redes de apoyo, avances tecnológicos, capital económico, entre otras, y es así como predominan ciertos enfoques o paradigmas sobre otros.

La política pública se dirige a un fenómeno social, administrativo y político específico, resultado de un proceso de sucesivas tomas de posi-

ción, que se concretan en un conjunto de decisiones, planes, programas, proyectos, acciones u omisiones, asumidas fundamentalmente por los gobiernos, mismas que traducen, en un lugar y periodo determinado, la respuesta preponderante del mismo frente a los problemas públicos de la sociedad civil (Cardozo, 2006:25-26).

La participación de diversos actores (gubernamentales, sociales y empresariales) influye o impone visiones, enfoques o algunos paradigmas por sobre otros (González, 2016:14) con el uso de recursos, poder, conocimientos y también por juicios fácticos y juicios de valor basados en creencias, prioridades y percepciones del mundo.

Estos enfoques influyen principalmente en la definición del problema público, por lo que éste no necesariamente parte del espacio público; y también intervienen en la construcción de alternativas o lineamientos de acción, que no necesariamente son las mejores o los que dan mayor beneficio.

En este sentido, la política pública del agua sigue tres paradigmas (Bardach, 1998; Cardozo, 2006): el ofertista, que corresponde con ampliar el modelo de abastecimiento mediante la infraestructura y otras fuentes que genera conflictos sociales (Kloster, 2020); el modelo sustentable de uso eficiente y de reúso del agua dentro de la misma cuenca de manera integral (Peña, 2020; Cotler, 2007; Oswald, 2011; Perlo y González, 2009; Monroy, 2020); y el paradigma de la escasez que tiene que ver con la gestión del riesgo y la vulnerabilidad (Ávila, 2008; Díaz, 2021).

Cada uno de estos paradigmas recibió importantes críticas, por ejemplo, para las ciencias económicas y ambientales el enfoque de escasez conduce a ciertos efectos sociales desestabilizadores que aumentan las probabilidades de violencia, pero desde un enfoque de la geografía “la escasez de agua es más un catalizador de la cooperación que un motivo de guerra” (Vargas y Soares, 2020) y segundo, porque la escasez es una determinación política, es decir, responde a una gestión inequitativa y no necesariamente por las condiciones naturales (Kloster, 2020).

Sin embargo, la gestión del agua no ha mostrado seguir un paradigma único, lo cual también se refleja en la descoordinación de instituciones, programas, leyes, etcétera: “no ha habido una coordinación, sino una acumulación entre estos paradigmas, entre otras cosas, porque

abordan distintas facetas de un mismo problema público” (González, 2019:115). También, con la diversidad de enfoques se difumina la integración entre lo técnico y lo social; asimismo, se mezcla el paradigma *ofertista* con el sustentable y el de escasez.

Si bien las tecnologías son importantes para la cobertura del servicio con calidad, aún no logran resolver temas sociales como el acceso desigual al agua; entonces, ¿la equidad se alcanza logrando la cobertura universal? No necesariamente. Ya se documentó en varias investigaciones que tener la conexión de red en la casa no garantiza el acceso ni acceso continuo a agua de calidad. Así que la pregunta por resolver es: ¿cómo vincular la práctica técnica con el enfoque social de la equidad en la política del agua?

El paradigma de la seguridad hídrica

El instrumento más reciente –en los últimos 10 años– es el concepto de *seguridad hídrica*, una propuesta que presenta la Organización de las Naciones Unidas (ONU) desde la década de 1990 para resaltar la preocupación sobre la fiabilidad, calidad, cantidad, seguridad y acceso equitativo (IPCC, 2012; 2014), con un amplio marco teórico en distintas investigaciones que estudian la cantidad de suministro, la calidad del agua y la salud humana, la salud del medio ambiente y de los ecosistemas, habitabilidad y bienestar (Cook y Bakker, 2012).

El concepto de seguridad hídrica implica el estado libre de peligro y amenaza, y comenzó considerando las necesidades de cada persona y del entorno natural, luego se le añadió el tema de la economía, la producción y los medios de vida, y finalmente se le sumaron los aspectos de la protección y el riesgo (Díaz, 2021).

La seguridad hídrica podría definirse como la satisfacción sostenible de las necesidades de agua de una comunidad, donde la satisfacción es resultado de un acuerdo entre el proveedor del servicio y la comunidad, y debe describirse en términos técnicos, dimensiones económicas, ambientales y sociales; mientras que lo sostenible implica que las necesidades deben satisfacerse ahora y en el futuro, así como considerar el equilibrio entre el mantenimiento de cuencas hidrográficas y las demandas de la comunidad, para proporcionar volúmenes de agua suficientes para el bien-

estar físico y psicológico, que sea asequible y accesible (Allan, Kenway y Head, 2018:26).

Además, la seguridad hídrica busca atender el riesgo de la comunidad, incluida la seguridad ante inundaciones, pero también seguridad de la presa, confiabilidad (probabilidad de falla) y resiliencia (tiempo para restauración después del fracaso), y ser coherente con la visión de equidad de la comunidad, incluso entre grupos comunitarios, entre personas y medio ambiente, y entre las generaciones actuales y futuras (Allan, Kenway y Head, 2018:26).

El estudio de Cook y Bakker (2012) organiza las definiciones de este concepto mediante dos enfoques: uno reduccionista de una disciplina específica, y otro general con alcance interdisciplinario. Al primer enfoque se vinculan definiciones de seguridad hídrica que se concentran en el uso del agua, así como niveles o cantidades, por ejemplo, la “condición en la cual existe una cantidad suficiente de agua con una calidad determinada, y a un precio asequible, para proteger tanto a corto plazo como a largo plazo la salud, la seguridad, el bienestar y la capacidad productiva de un hogar, comunidad o nación” (Cook y Bakker, 2012).

Por otra parte, el enfoque general sobre la seguridad hídrica también es amplio e interdisciplinario, y abarca las definiciones en las que se reconoce la naturaleza compleja del sistema hídrico, no sólo para los usuarios humanos, sino para los ecosistemas, para garantizar las fuentes de agua y minimizar su amenaza y riesgos, considerando la diversidad y las interrelaciones existentes entre los diferentes componentes de los sistemas biofísicos, socioeconómicos, políticos, culturales a diferentes escalas.

La seguridad hídrica consiste en tener una disponibilidad de agua adecuada en cantidad y calidad para el abastecimiento humano, los usos de subsistencia, la protección de los ecosistemas y la producción; la capacidad institucional, financiera y de infraestructura para acceder y aprovechar esta agua de forma sustentable y manejar las interrelaciones entre los diferentes usos y sectores de manera coherente, y un nivel aceptable de riesgos para la población, el medio ambiente y la economía, asociados al agua (Peña, 2016:15).

En ambos enfoques de seguridad hídrica se contempla el riesgo tanto de acceso al servicio y sus usos como de inundaciones y sequías, por lo que la seguridad hídrica también consiste en “mantener los riesgos

relacionados con el agua en niveles tolerables para la sociedad” (Gray y Sadoff, 2007). Esto es, mantener en niveles aceptables cuatro riesgos asociados con el agua: el riesgo de escasez, como falta de agua suficiente (en el corto y largo plazo) para los usos de todos los usuarios; el riesgo de inadecuada calidad para un propósito o uso determinado; el riesgo de las inundaciones, incluidas las crecidas; y el riesgo de deteriorar la resiliencia de los sistemas de agua dulce, por exceder la capacidad de asimilación de las fuentes de agua superficiales o subterráneas y sus interacciones (OCDE, 2016).

El concepto de *seguridad hídrica* es amplio y complejo, sin embargo, recibió varias críticas: una es que al parecer una situación irremediable, tanto los gobiernos como sus políticas quedan indefensas a las lógicas de los grandes poderes políticos y económicos, donde implícitamente se pasó de buscar un futuro con desarrollo sustentable a un futuro incierto: “ya no se trata de alcanzar algo ‘bueno’, sino ya sólo de evitar lo peor” (Murillo, 2014:40).

La seguridad hídrica atiende la inseguridad hídrica, como incertidumbre, como un estado indefendible: “es asumir una precariedad frente a la incertidumbre, una estrategia de miedo y de escasez para alimentar una relación no proporcional con los países del primer mundo, interesados en contar con agua suficiente para ellos” (Murillo, 2014:42).

Los teóricos modernos de la sociología (Bourdieu y Beck), coinciden en explicar que la inseguridad es lo que permite la dominación, pero a la vez esa inseguridad es impulsada por los procesos de industrialización y comercialización, que simultáneamente también generan amenazas a los intereses del capital, es decir, en la modernidad el miedo y la amenaza también son mercancías (Beck, 1998).

Asimismo, como todos los conceptos internacionales, la generalidad del concepto de seguridad hídrica también implica cierta ambigüedad, así como múltiples interpretaciones y significados en varias disciplinas y enfoques metodológicos que lo utilizan (Peña, 2016). Una de las críticas a dicha noción es que no prioriza la seguridad del agua *per se*, sino la seguridad humana (salud) y económica (desarrollo socioeconómico) a partir de la atención al agua, aunque se siga un paradigma sustentable y un enfoque interdisciplinario.

Además, entre los calificativos de la seguridad hídrica que se pretende resaltar “adecuada”, “aceptable” y “tolerable”, lo cual deja una am-

plia ambigüedad a su alcance y cumplimiento. Para superar lo difuso de estos términos se propone que sean definidos por la propia comunidad para que se adapten a condiciones locales, geográficas e incluso culturales (Allan, Kenway y Head, 2018).

Otra crítica consiste en que con el concepto de seguridad hídrica sólo se puede aspirar a limitar o reducir sus riesgos en niveles aceptables, pero no a eliminarlos, principalmente en América Latina, por sus limitaciones de gestión e infraestructura, así como por los cambios y dinámicas de los propios riesgos (Peña, 2016:14).

Una de las críticas más importantes al concepto de seguridad hídrica es que, aunque se refiera a cuestiones sociales, como los usos humanos y productivos, carece de un enfoque de equidad social. Si bien se señala el objetivo de proporcionar a todas las personas el mismo acceso a cantidades de agua segura y asequible para garantizar la vida, la calidad de ésta y los medios de subsistencia (Romero y Gnatz, 2016:47), no le presta más atención en la metodología o en los indicadores.

Para este texto, aun con el conocimiento de las limitaciones del término, la noción de seguridad hídrica se diferencia de otros enfoques como el de “gestión sustentable” porque contempla proyecciones de crisis, contextos de vulnerabilidad, población en situación de vulnerabilidad y escenarios de riesgo, es decir, las estrategias de la seguridad hídrica no invisibilizan ni omiten la inseguridad intrínseca que implica la gestión del agua, la extracción interna o externa, el consumo y el desagüe, y eso es central para la toma de decisiones.

Una manera de resolver las limitaciones del concepto de seguridad hídrica es redefinirlo para el contexto local, para la política de agua que responde a las necesidades propias de los contextos del agua en la CdMx, a partir del eje social de una distribución equitativa en cantidad y calidad.

El enfoque de equidad

La distribución equitativa del agua está ligada a procesos de democratización y justicia, donde el Estado debe velar para que exista una igualdad en los hechos entre las personas, con el reconocimiento de sus diferencias (no de una igualdad que homologa las diferencias y con ello genera

desigualdad), sino el reconocimiento y la igual valoración jurídica de las diferencias (Ferrajoli, 1999:73).

El acceso inequitativo al agua no es democrático en el sentido de que no todas las personas lo experimentan, aunque las autoridades sugieran que es un problema generalizado y que los efectos del estiaje y la sequía se expanden a toda la población; existen zonas con más impactos que otras donde coinciden las características socioeconómicas de mayor pobreza.

“El agua también es equidad, justicia y bienestar” (Rojas, 2021). La equidad hídrica entendida como la justicia en la distribución del agua dentro de un territorio, que además implica el balance de las necesidades humanas con respecto a la conservación ambiental (Pedrozo, 2020) como propuesta para superar enfoques tradicionales basados en la oferta y la infraestructura.

También, la equidad tiene diferentes interpretaciones, por ejemplo, el Sacmex, mediante el Programa Estratégico para Garantizar el Derecho al Agua 2020-2024, destaca que toda la población debe contar con agua suficiente todos los días, aunque no sea con suministro continuo. Es decir, garantizar progresivamente el acceso universal al agua potable y que los hogares reciban agua todos los días para 2024, y para 2040 que sea de manera continua para uso doméstico en todas las alcaldías; aunque no especifican si es un acceso general o para ciertas partes de la ciudad.

Por su parte, para la población ese mismo acceso diario por horas significa lo contrario: inequidad. Para las personas entrevistadas en colonias con tandeo, una gestión equitativa del agua contiene un enfoque de justicia: “que sea parejo para todos”, “si es una cubeta nada más, que sea una cubeta para todos”, “si va a ser tandeo, que sea general, no unos sí y otros no”, es decir, un tandeo “parejo”.

Es así como una misma idea (dotar a la población de agua todos los días) puede ser vista como un logro de equidad (autoridades), pero también de inequidad (población). En este sentido, ¿cómo lograr la equidad en un contexto donde existe la distribución diferenciada?

Existen diferentes instrumentos de gestión que se han convertido en ejes para alcanzar dicha equidad en el acceso, como el Derecho humano al agua y saneamiento (acceso universal al agua de manera accesible, suficiente, aceptable, salubre y asequible) (Naciones Unidas, 2002) y el objetivo de desarrollo sostenible 6 (ODS 6) que pretenden lograr un ac-

ceso universal y equitativo al agua potable y a servicios de saneamiento e higiene.

Aunque son baluartes para la gestión del agua, el Derecho humano al agua, como los otros derechos humanos, tiene su origen en la dignidad y el valor de la persona humana, cuyos antecedentes datan de la Declaración de Mar del Plata de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Agua de 1977 y la Declaración sobre el Derecho al Desarrollo de 1986, por lo que se reconoce en la Observación General número 15 su relevancia cultural y social además de la económica como base de la vida y de la vida digna (PIDESC, 2002); pero con el tiempo se sumó al discurso del desarrollo sustentable –económico– al igual que el objetivo de desarrollo sostenible 6.

Sin embargo, si las acciones de la política pública nacional y local no cuentan con un enfoque de equidad frente al acceso desigual, no se lograrán superar los problemas relacionados con el agua y con ello se seguirán reproduciendo y agudizando las desigualdades sociales.

Acciones técnicas pero con enfoque social

Entonces, ¿cómo aterrizar dicha democratización hídrica con la política del agua? Una forma es por medio de la escala doméstica para atender otros procesos que cuando se tratan de manera general pasan desapercibidos.

Si se *aterrizan* los criterios de la seguridad hídrica con escala doméstica a los lineamientos de acción de la política actual del agua, entonces se plantea una gestión con enfoque social. Ello se obtiene del análisis de las acciones y de los procesos sociales que ocurren en las colonias con tandeo, donde se vive un acceso inequitativo y los hallazgos se vinculan con las tres acciones técnicas del Sistema de Aguas de la Ciudad de México: la micromedición, sectorización y la mejora de calidad.

Cabe señalar que la construcción de alternativas o ejecución de acciones es uno de los ocho pasos del ciclo de la política pública (Bardach, 1998:31-49): (formulación) definición del problema, obtención de información (implementación), construcción de alternativas, elección de criterios, proyección de los resultados; (evaluación) confrontación de costos, y cuenta su historia.

Para este caso, la construcción de alternativas son cursos de acción y estrategias de intervención diferentes para solucionar o mitigar el problema público, que, por su relevancia para importantes sectores de la sociedad, no son factibles de resolverse en el ámbito privado (Bardach, 1998:31), dependen de la información que se tenga, así si ésta es técnica, las acciones también lo serán.

Estas acciones pueden ser tanto técnicas como políticas, científico-tecnológicas y normativas institucionales. Son acciones políticas o valorativas porque implican la aceptación y el apoyo social, incluso la neutralización de los opositores, persuasión, negociación sobre el interés y beneficio social, ya que definir el problema público es una valoración o un juicio de valor; y son técnicas porque son la respuesta basada en un sistema de conocimiento, cálculo e información para cumplir los objetivos (Aguilar, 2010:17-33).

En la CdMx la política pública se guía con el Programa Estratégico para Garantizar el Derecho del Agua 2020-2024, cuyos objetivos consisten en que toda la población cuente con agua suficiente todos los días; reducir la extracción del líquido en 2 m³/s; recuperar el agua de las fugas para suspender la operación de 50 pozos en las zonas con mayor afectación por hundimientos y mala calidad del agua. Sus principales líneas de acción son:

- Macromedición y telemetría.
- Mejoramiento de la distribución de agua potable.
- Recuperación de fuentes de abastecimiento.
- Mejoramiento de la calidad del agua.

Estas líneas de acción muestran que el enfoque de la política del agua es técnico; aunque las autoridades han externado su preocupación por la politización y el cobro, no destacan entre las principales acciones a seguir.

Macromedición, esperar y postergar

La medición y telemetría permiten conocer y tener el control de la red en tiempo real y así saber dónde está el agua de las diferentes fuentes de las que se obtiene y cómo se distribuye, para después sectorizar y atender los tramos de infraestructura que más lo ameriten.

Para el presente ejercicio es prudente plantear la siguiente pregunta: ¿cómo se podría vincular la macromedición con la equidad? Como primera respuesta tenemos que para Sacmex la medición permite la planeación de qué hacer con la infraestructura, si repararla o cambiarla no tiene un vínculo directo con el cumplimiento de la distribución equitativa porque no abarca criterios sociales (Díaz, 2021).

Entonces, ¿cómo podría tener un enfoque social la macromedición? Una forma de responder esta cuestión es mediante los hallazgos del estudio del tandeo (Díaz, 2021), el cual señala que la cobertura también debería considerar la cantidad de horas que se tiene el servicio y si en la vivienda se posponen las actividades principales o necesidades básicas por la falta de agua.

El marco teórico de *habitus de la vulnerabilidad sociohídrica* permitió generar un par de ideas a partir de la dimensión de exposición percibida (lo externo): de la cantidad de horas que se recibe el servicio de agua en tandeo resalta la cantidad de horas con la que se espera el servicio, y que la suficiencia no depende de la cantidad de litros que se recibe, sino si ésta evita o no posponer y postergar actividades de primer orden.

a) Esperar a que “llegue el agua”

Si el tandeo sólo permite acceder por las mañanas, tal vez la espera llegue hasta 21 horas como sucede en las colonias San Lorenzo Acopilco, Cuajimalpa, Santa María Aztahuacán y San Lorenzo Tezonco, Iztapalapa, San Pedro Mártir y Chichicápatl en Tlalpan, Pedregal Santo Domingo en Coyoacán, y La Casilda en la Gustavo A. Madero, donde llega por las madrugadas entre las 4:00 y las 6:00 horas. Es decir, en la mayoría de las colonias con tandeo analizadas la espera es entre 18 y 24 horas.

Por ejemplo, en Santa María Aztahuacán en Iztapalapa, el agua dura de una a tres horas por la mañana, entre las 7:00 y 10:00 horas: “A las 10 de la mañana se fue el agua hoy día, todos los días, el tandeo es algo que ya es normal, entonces ya ni siquiera pensamos en la palabra escasez, sabemos que va a haber dos horas agua al día agua y ya es algo cotidiano para nosotros” (SMA1, 2019).

Sin embargo, si el agua se recibe cada tercer día, entonces serían 60 horas esperando el servicio. En Santa Martha Acatitla, Iztapalapa, las personas tienen el servicio de agua por red hasta la una de la tarde y se espera por varios días, “se va por varios días, muchos días, incluso hasta por semanas” (SMA1, 2019).

Es importante señalar que los horarios del tandeo son inciertos tanto para los habitantes como para las autoridades. Por ejemplo, en la colonia Pedregal de Santo Domingo, con tandeo, hubo casos que señalaron que sólo tenían 12 horas al mes, sin embargo, la alcaldía de Coyoacán argumenta que dota 48 horas mensuales, mientras que Sacmex reportó 84 horas de servicio al mes. Ocho de cada 10 hogares no tienen agua diario ni todo el día; dos de éstos viven en nivel extremo, con menos de 50 horas de servicio al mes.

Así, la medida de la cantidad de agua que hay por zonas permitiría tomar la decisión no sólo de cómo y dónde reparar la red, sino también definir cómo y dónde asignar el tandeo en relación con el tiempo que tarda la población en recibir el servicio y se evite la postergación de la atención doméstica de las necesidades básicas.

Actualmente no hay un horario confiable del tandeo, incluso dentro de la estructura del Sacmex existen diferentes posiciones, ya que la decisión puede ser desde un acto salomónico (Sacmex1, 2020) hasta por la falta de fuentes de abastecimiento e infraestructura hidráulica (Sacmex2, 2021).

b) Postergar las actividades básicas

Si bien en contextos de tandeo existe la percepción de que el agua que reciben “sí alcanza”, ya sea porque cuentan con un almacenamiento grande o porque tienen mucho cuidado en su uso, “pues sí alcanza si la hace uno rendir porque no queda de otra” (GFB4, 2019). La insuficiencia del agua (aunque tengan 100 litros por persona almacenados en el hogar) se puede observar si las personas posponen o postergan sus actividades básicas para cubrir sus necesidades prioritarias.

La insuficiencia del agua percibida en los hogares con tandeo se observa sólo cuando hay necesidad de posponer las actividades básicas o tener que elegir entre unas u otras. Por ejemplo, si se bañan, entonces ya

no lavan, y sólo se lava cuando “cae” el líquido: “Lavo los viernes en las mañanas que hay agua; se tiene que lavar en ratitos en la mañana cuando hay, aprovechar” (GFB3, 2019).

Asimismo, la insuficiencia afecta otra de las necesidades básicas del ser humano, el aseo personal, esto ocurre en San Lorenzo Tezonco, Iztapalapa, San Lorenzo Acopilco, Cuajimalpa, ya que en distintos hogares las personas optan por no bañar a los niños considerando que no les afecta, o incluso tener horarios entre los familiares para darse un baño: “Nos repartimos el baño, nos toca cada tres días; no, si todos nos bañáramos diario, nunca tendríamos agua” (SLZ1, 2020). También se evita lavar la ropa para el uso del retrete o el lavado de manos.

Cuando el agua no es suficiente trasciende a las actividades escolares, como sucede en La Casilda de la GAM, Santa María Aztahuacán, Iztapalapa, San Pedro Mártir en Tlalpan: “Pues sí, cuando se queda sin agua la escuela, suspenden clases por si hay un foco de infección” (San Pedro Mártir 5, Tlalpan, 2019). Asimismo, se obstaculizan las actividades laborales:

Si no tenemos agua no podemos trabajar [recaudería]. Para nosotros es indispensable el agua, si no hay agua no puedo trabajar; a lo mejor trabajo hoy pero mañana no trabajo. Un día podré pasar, pero si no hay agua cómo voy a trabajar, en qué voy a lavar todo lo que utilizo (Guadalupe Tepeyac 1, Gustavo A. Madero, 2019).

Organizar el tandeo de forma prioritaria, considerando los criterios sociales del tiempo de espera por el agua o de postergar las actividades básicas, podría ser un primer paso para una gestión equitativa. Ello requiere un diagnóstico representativo que permita la planeación de la gestión del servicio, cuyas preguntas deben responder a la cantidad de horas que esperan el agua y si tienen que posponer o postergar la higiene personal y doméstica, así como la preparación de alimentos.

Si esto es así, la pregunta que emana es: ¿dónde está el agua de esas 70 horas que el Sistema de Aguas dota a la colonia? La macromedición aplicada con un enfoque social implicaría que a los elementos medidos (presión, nivel, demanda, entre otros) se integre el factor de tiempo de espera por el agua dentro del hogar, para así definir las dinámicas de los horarios del tandeo y poder compartir los itinerarios a la población que le corresponda el tandeo.

Si el tandeo es una forma de gestión del agua que llegó para quedarse –ya que se proyecta el incremento de la población y el gobierno tiene como objetivo para el 2024 asignar agua todos los días aunque sea por horas–, es importante tener una definición técnico-social para su operación, y la macromedición, si se toma en cuenta la espera y la postergación, conforma una propuesta.

Sectorización y percepción de “porque somos pobres”

La segunda línea de acción de la política pública del Sacmex consiste en la sectorización, cuyo principal objetivo es que mediante 830 pequeños sectores aislados se mejoren las redes, con la reparación de fugas o la sustitución de tuberías para recuperar 40% del caudal no medido, según lo que muestre la medición, lo cual permitirá manejar las presiones, recuperar el agua y suspender la operación de 50 pozos en las zonas del oriente con mayor afectación por hundimientos y mala calidad del agua.

Lo que estamos haciendo con la sectorización es partir la red en pequeños estratos con una entrada. Dentro del sector hay un padrón de usuarios. Sabemos cuánta gente hay; entonces sabemos cuánta agua le toca. Hacemos el *match* con la Dirección de Servicio a Usuarios y vemos cuánta agua se está consumiendo dentro del sector. Eso es la sectorización, partir una distribución más equitativa (Sacmex8, 2021).

Sin embargo, en la práctica dicha atención a la red comenzó por el lado poniente de la ciudad, con un seguimiento paulatino hacia el oriente, conforme el sentido con el que se distribuye el agua que llega del Sistema Cutzamala, es decir, no se priorizan las zonas con menos cantidad de agua distribuida.

El agua entra de poniente a oriente, entonces si empiezo la sectorización por Álvaro Obregón, Benito Juárez, porque el agua donde más la necesito es en Iztapalapa, entonces si empiezo a recuperar agua del poniente la voy mandando hacia adelante [el oriente]; esa es la lógica. También en la zona norte viene de los PAI que nos da Conagua, viene de arriba hacia abajo, le da a la GAM. [...] pero sí hay unas zonas que sí me falta entrar con sectori-

zación para poder mejorar la operación; sí aprovechar el agua del poniente, pero atacando las fugas (Sacmex8, 2021).

Aunque el agua recuperada tendría que ser enviada a otras zonas de la ciudad con menor suministro, aún no se tiene registro de la cantidad de agua que se recupera con estas reparaciones ni las colonias beneficiadas por la sectorización.

Asimismo, no existe consenso del criterio para elegir las zonas para la sectorización; en algunas es por la buena presión y en otras es por la baja presión, como se explicó para las colonias Juárez y Roma Norte (Sacmex, 2021). Hasta el momento la sectorización no corresponde con las zonas de menor suministro, ni por ubicación ni como beneficiarias.

Por el contrario, la sectorización coincide con la percepción social de que la calidad del servicio corresponde con el nivel de ingresos del hogar, es decir, que el nivel de la vulnerabilidad sociohídrica es una situación explicada y asociada con la clase o el grupo social donde se ubican, cuando el gobierno prioriza grupos de altos niveles socioeconómicos.

Esta apreciación permitió hallar la categoría de *sensibilidad de clase* (características internas e interiorizadas de un grupo), percepción sociocultural de las personas de que reciben el servicio que tienen (con tandeo y mala calidad) debido a su condición socioeconómica, propio o característico de los grupos con bajos ingresos (Díaz, 2021).

Bourdieu nombró esto como “enclasmiento práctico”, principios de clasificación inconscientes ya incorporados, esquemas prácticos como alto/bajo o rico/pobre, oposiciones simples que permiten estar en la vida práctica y desenvolverse cotidianamente: “El enclasmiento práctico siempre está subordinado a funciones prácticas: nunca enclasamos por el placer de enclasar, sino para desenvolvernos en el mundo” (Bourdieu, 2012:86).

Las personas encuestadas perciben diferentes causas del problema, englobadas en un mismo tema: 36% lo asocia con la infraestructura obsoleta o que no se reparan fugas en ese lugar; 25% percibe que se debe a que son colonias de bajos ingresos, y 23% porque las autoridades son indiferentes con la población.

Tanto las explicaciones referidas a la infraestructura obsoleta como la indiferencia de las autoridades y las distinciones de niveles socioeconómicos recaen en un mismo origen: la *sensibilidad de clase*, ya que se

refieren a la falta de atención a la infraestructura de ese lugar (“aquí no vienen” o “aquí no arreglan”); asimismo, la desatención de las autoridades no es general, sino que esa omisión es sólo para ese grupo de población (“no nos hacen caso”, “no les importamos”).

Entre las explicaciones que tiene la población sobre por qué reciben el servicio mediante el tandeo, las personas señalaron que no cuentan con agua porque ésta se envía a colonias con altos ingresos. Por ejemplo, en Chichicapatl, Tlalpan, se percibe que se envía a Jardines de la Montaña, Paseos del Pedregal y Six Flags; en la colonia Adolfo Ruiz Cortines, Coyoacán, se considera que se desvía al Sportium en La Candelaria. Por su parte, tanto en Santa María Aztahuacán como en Santa Martha Acatitla se argumentó que el servicio de calidad sí se entrega en Polanco, Condesa y la Zona Rosa.

Esta explicación de *sensibilidad de clase* también se fundamenta con las respuestas de las personas a la pregunta de por qué consideraban que en otros lugares de la ciudad sí hay agua todo el día y de buena calidad, a lo cual respondieron con una doble distinción: entre el “aquí de nosotros con nuestra poca agua sucia” y el “allá de ellos con su mucha agua limpia”, dando referencia a estructuras económicas.

Nosotros tenemos así porque somos los más vulnerables [...] que es pobre la colonia, que no tiene recursos, que no cuenta con servicios, que al fin y al cabo uno puede sacar agua de algún lado, y allá abajo no [colonias ricas], ellos cómo van a acarrear agua, ¿no? [...] es que sí es cierto, la han entubado y se la han llevado a Paseos del Pedregal, al Six Flags, a los grandes donde la están pidiendo, y a nosotros que nos coma el coco, ¿por qué?, porque somos población vulnerable (Ch2, 2018).

Estadísticamente también se encuentra esta correlación positiva y significativa (sig. 0.090), que entre peor es el tandeo, entonces se percibe que es una situación explicada por el grupo social con bajos ingresos al que pertenecen (Díaz, 2021).

Técnica y teóricamente, el bajo suministro en una colonia no corresponde con una cuestión de clase. Sin embargo, al haber la percepción social que refiere este elemento de inequidad y, sobre todo, que las acciones de la sectorización coinciden con ello, dicha técnica seguirá careciendo del enfoque social.

En este sentido, para vincular algo tan técnico como la sectorización con la equidad como un elemento social, es importante que las autoridades muestren claridad y consistencia en la definición de criterios y en la obtención de resultados (sobre todo de colonias beneficiadas por la recuperación del agua), con el fin de atender la percepción social de que se prioriza a las zonas del poniente por ser de altos ingresos.

Mejora de calidad del agua y tratamiento doméstico

La ausencia del enfoque social en la política de agua en la CdMx también se observa en el manejo de la calidad del agua, que a escala general cuenta con grandes infraestructuras, sin contemplar las situaciones, problemas y estrategias que se llevan a cabo a escala doméstica.

Entre las líneas de acción del Sacmex destaca la mejora de la operación y eficiencia de 78 plantas potabilizadoras para que el agua de los pozos sea apta para el consumo y uso de las actividades diarias de la población; frente al problema de las plantas potabilizadoras que no están en operación, que son 12, cuyo presupuesto destinado fue de 1,127,978 pesos (Sacmex, 2020).

Más inversiones con un periodo de vida de 10 años, que no haya elefantes blancos. Tenemos muchas potabilizadoras que no operan porque resulta que no se tenía un estudio del análisis de calidad del pozo; entonces se construía la planta potabilizadora, se construía el pozo y luego el agua que se tenía que potabilizar, pues no corresponde a las especificaciones de la potabilizadora y se quedan paradas. Cosas así que dices, no puede ser, había una corrupción brutal, brutal en Sacmex (Sacmex entrevista 1, 2020).

Sin embargo, en la CdMx siete de cada 10 hogares viven con al menos un atributo de mala calidad, y uno de cada 10 recibe el agua con las cinco características de mala calidad (olor, color, sabor, sólidos y animalitos) (Díaz, 2021). Frente a esta situación, las personas optan por desarrollar prácticas como: frente al mal color y sedimentos usar cloro, filtros caseros o esperar a que salga de mejor calidad. Dichas prácticas se pueden analizar con la dimensión de capacidad adaptativa, del *habitus de vulnerabilidad sociohídrica*, ya que son acciones del día

a día que corresponden con la sensibilidad de clase y con la exposición percibida.

Estas prácticas frente a la mala calidad coinciden en que no tienen costo directo para la población; sólo en uno de cada 10 hogares encuestados se compra garrafón, porque las personas consideran que lo que gastan en el agua afecta su economía familiar, ya que los precios de los garrafones oscilan entre los 8 y los 20 pesos y compran entre dos y 14 garrafones; el gasto mínimo –con esos costos– puede estar entre los 50 y los 700 pesos mensuales. Cabe destacar que la metodología de aplicación de la encuesta pudo interferir la información sobre la compra de garrafones por haberla realizado cuatro personas distintas.

El 78% de los hogares encuestados no compra garrafón, exclusivamente cloran, hierven, cuelan, esperan a que salga más limpia o simplemente no hacen nada y así utilizan el agua de mala calidad (sig. 0.026). Entre peor es la calidad, las personas realizan otras prácticas (sig. 0.000) diferentes a la compra de garrafones, es decir, no hay una correlación significativa entre los hogares donde hay problemas de calidad con la compra de agua embotellada o de garrafones.

No existe asesoría en estas prácticas domésticas –que tendrían que ser extraordinarias o excepcionales–; por ejemplo, con el uso de cloro (sig.0.000), que se destina para cualquiera de los problemas de calidad, no hay alguna recomendación de cantidad específica por caso, ya que se vierte la misma cantidad a cisternas, tinacos y tambos.

En algunas colonias la comida sabe a cloro porque el agua que reciben tiene ese sabor y olor. En otros lugares el uso de cloro, ya sea en pastillas o en galones es la principal práctica para mejorar la calidad del agua; y se puede llegar a usar entre cuatro a seis litros de cloro a la semana, como sucede en San Lorenzo Tezonco y Guadalupe Tepeyac de la alcaldía Gustavo A. Madero.

El uso de las medidas de cloro varía. Si bien utilizan una botella de cloro para la cisterna o para una pileta, también un “chorrito” o “unas gotitas” para una cubeta o un tinaco, no hay un control según el tamaño del espacio de almacenamiento; asimismo lo usan para quitar el olor a chuquía o hasta para cambiarle el color negro al agua.

Una de las prácticas que más resaltan es que en ocasiones, en Iztapalapa principalmente, las personas sólo cuelan con telas, trapos, camisetas o calcetines (sig. 0.000), atándolas a las llaves para que funcione

como filtro casero: “le pongo un trapo a la manguera pa’ que ahí se vaya atorando, digamos que el trapo cuando lo quitan queda negro, negro, negro, así asqueroso” (SMA9, 2019).

Otras de las prácticas, las menos, consisten en el uso de filtros; apresurarse a usar el agua antes de que salga sucia. Por otra parte, las personas también sólo esperan a que salga limpia: “Yo creo que ha de tardar como unos..., sí tarda, como unos 40 minutos. Sí, tarda muchísimo, porque toda la porquería de arriba se asienta. Ya la vació al otro bote y ya el asiento ya lo tiro porque es como si fuera el lodo apestoso” (SLT3, 2018).

Entre los principales impactos destacan aquellos que afectan la salud de niños, niñas y mujeres con diversos problemas en la piel, como ronchas o sarpullidos, así como enfermedades gastrointestinales.

Legalmente, las instituciones no pueden intervenir al interior de los hogares, “nuestra competencia llega hasta la toma” (Sacmex1, 2020), por lo que la calidad doméstica del agua es una responsabilidad individual, tanto del mantenimiento como del cuidado de las fuentes: “Nadie da mantenimiento a sus cisternas ni a sus tinacos o cada 15 días echarle una pastillita de cloro a la cisterna y al tinaco, dime ¿quién lo va a hacer?” (OCAVM1, 2021).

En este sentido, un elemento social en el Programa de mejora de calidad del agua consiste en integrar el monitoreo, acompañamiento o asesoramiento de las prácticas domésticas que la población realiza frente al agua de mala calidad, para que sean extraordinarias o excepcionales y no pongan aún más en riesgo la salud de las personas, por ejemplo, una campaña e información de cuándo usar un filtro y cloro.

Para este vínculo técnico-social también se requiere de un diagnóstico oficial sobre las acciones realizadas por la población según el tipo de calidad del agua que reciben y/o perciben, con el fin de suspender y modificar dichas tácticas en caso de que sean valoradas como generadoras de otros riesgos, como el colado del agua negra con telas o calcetines.

Reflexiones finales. La equidad como seguridad hídrica doméstica

Una política pública del agua con enfoque social traspasa un proceso de democratización, con el cual –entre otras cosas– integra la experiencia,

percepciones y prácticas de las personas que reciben el acceso inequitativo al agua mediante el tandeo. Es decir, la democratización de la política hídrica debe considerar la experiencia cotidiana para alcanzar el enfoque social de la equidad.

El actual paradigma de seguridad hídrica en la política pública, así como se importó, implica adoptar un modelo de inseguridad, lo cual sería un retroceso del proceso de democratización “porque renunciamos a las propias posibilidades y responsabilidades de la existencia y adquirimos un papel de víctimas” (Murillo, 2014:41).

Aquí se puede adelantar una premisa: la equidad en el acceso al agua se logrará desde el rol activo de los agentes involucrados. Este rol también se puede observar en la cotidianidad de las personas que viven en situación de tandeo, es decir, la democratización hídrica debe contener las acciones domésticas.

Entonces, la solución también está en la democratización de la política y de la gestión del agua. Si las acciones de la política pública no tienen un enfoque de equidad frente al acceso desigual, entre otras cosas, no se logrará superar los problemas relacionados al agua (Castro, 2005). En el caso del programa hídrico del Sacmex para la CdMx, los principales lineamientos de acción aún carecen de propuestas para integrar el enfoque social de la equidad.

En este sentido, la equidad no sólo se presenta como una oportunidad para sumar el enfoque social a la política pública del agua, sino también como un camino para resignificar la seguridad hídrica. Así, la equidad trastoca tanto la política pública como el enfoque de ésta, sea el de seguridad hídrica, derecho humano, gestión integral u otro.

La puesta en marcha de las decisiones y acciones para mitigar el problema público del servicio del agua ha sido y es técnica, sin embargo, cada acción se puede complementar con algún elemento social que acerque la equidad a la gestión del agua; por ejemplo, que la macromedición no sólo mida la cantidad de agua en un lugar, sino la cantidad de tiempo de espera y con ello se defina y organice el tandeo, el cual no parece que vaya a disminuir en los próximos años.

Asimismo, que con la sectorización se aclare cuánta agua se recupera y cómo beneficia esto a las colonias con menor cantidad de agua, con el fin de no reproducir la percepción de que la sectorización corresponde con el nivel de ingresos económicos de la colonia; y que en la acción de

mejora de la calidad del agua se otorgue asesoría para las prácticas domésticas que realiza la población, que tendrían que ser extraordinarias.

Entonces, en la ejecución de la política del agua no basta con adherirse de manera discursiva a los enfoques en tendencia como el de seguridad hídrica, sino que haya un ejercicio real y práctico de vincular ejes sociales como la equidad en cada una de sus acciones.

El enfoque social que aquí se propone parte de las prácticas domésticas de las personas, principalmente mujeres, para enfrentar la falta de agua y mejorar su calidad. Se sabe —aunque no necesariamente se reconoce— que el papel de la mujer es central para el acceso, cuidado y conservación del agua, principalmente en zonas con alto índice de marginación, tanto en sus hogares como en sus territorios debido a la tradicional división del trabajo sexual; en el mundo, en ocho de cada 10 hogares la tarea de obtener agua recae en mujeres y niñas, lo cual afecta su seguridad, su asistencia a la escuela y sus oportunidades económicas, ya que destinan en total 200 millones de horas para recolectar agua (Unicef, 2023:10).

En México, las mujeres pasan entre 17 y 30 horas de su tiempo en esta tarea, a diferencia de las 4.5 horas que dedican los hombres (ENH, 2017), situación que impacta también en la salud de sus cuerpos, cinturas, matrices y espaldas, así como en sus percepciones de riesgo y vulnerabilidad. Por ejemplo, en la alcaldía Iztapalapa el principal problema para las mujeres es recibir agua con sólidos y su preocupación es por todo (salud, alimentos, higiene, etcétera), mientras que para los hombres el primer problema es el color y su preocupación es por la salud (Díaz, 2021).

Por tanto, el enfoque de equidad también tiene que contener un enfoque de género y éste se observa cotidianamente en la gestión doméstica del agua, de ahí la importancia de repensar el concepto de seguridad hídrica a escala doméstica, más allá de la escala institucional gubernamental; también se tienen que priorizar escenarios de emergencia, como las dinámicas en los hogares con tandeo o con mala calidad del agua.

En este sentido, la *seguridad hídrica doméstica* incluye el enfoque social de la equidad, en el que el acceso al agua de la población en condiciones de inequidad contempla una cantidad que le permitirá realizar las actividades y necesidades básicas en el hogar sin tener que postergarlas; además, de manera excepcional, las personas con mala calidad del agua

serán asesoradas en sus prácticas diarias para que no se afecte su salud ni su economía familiar.

Por tanto, el objetivo de este escrito fue exponer una forma de vincular el enfoque social a la política del agua con base en el paradigma de seguridad hídrica. Se hallaron algunos elementos sociales mediante el marco teórico de *habitus de la vulnerabilidad sociohídrica* (Díaz, 2021), donde en cada una de sus dimensiones se encuentran los elementos que permiten el vínculo con las acciones prácticas de la política pública del agua.

El diagrama sintetiza las ideas de este texto. Se parte del concepto de *habitus de la vulnerabilidad sociohídrica*, cuyas dimensiones permitieron encontrar algunos elementos que pueden contribuir a una política de agua con enfoque social. Así, la dimensión de *exposición percibida* implica que las personas con acceso inequitativo esperan hasta 60 horas por el agua en su tubería, lo cual les conduce a posponer sus actividades básicas; esta situación podría ser interceptada en la práctica de la macro-medicación, donde además de calcular la cantidad de agua en un sector, se pueda medir la cantidad de tiempo con o sin agua en ese sector, y así ordenar el tandeo con base no sólo en el criterio de la cantidad de litros, sino también de tiempo de espera.

Por su parte, con la dimensión de *sensibilidad de clase* se observó que las personas en tandeo de agua perciben que es una situación que corresponde con sus ingresos económicos, es decir, que no tienen agua porque no tienen dinero. En este sentido, la sectorización –que se refiere a la reparación o sustitución de tubería– hasta el momento coincide con que se realiza en zonas con altos ingresos, sin explicar la distribución del agua recuperada, lo cual reproduce dicha percepción de sensibilidad de clase. Así, la práctica de sectorizar con un enfoque de equidad tendría que priorizar las zonas con mayor tandeo y demostrar los beneficios en los cambios de mejor acceso al agua.

Finalmente, la dimensión de *prácticas de capacidad adaptativa* destacó que las personas que reciben agua de mala calidad realizan diferentes acciones en el hogar para mejorar dicha calidad y así poder utilizarla, tales como el filtro con telas, el uso de cloro, la espera a que salga más clara, entre otras. Sin embargo, estas prácticas no necesariamente garantizan a las personas el acceso salubre, por el contrario, podrían agudizar las infecciones o problemas gastrointestinales que ya se viven en sus ho-

Diagrama. Relación de análisis de la inequidad a una política con enfoque social

Fuente: elaboración propia.

gares. En este sentido, las acciones del Programa de mejora de calidad del agua tendrían que considerar y acompañar estas prácticas que se realizan a escala doméstica, sin dejar de atender las soluciones estructurales de mejora de calidad del agua.

Cabe señalar que el diagrama es una muestra de corte analítico para ordenar el argumento principal; sin embargo, se reconoce que las categorías no necesariamente son unilineales ni unidireccionales, sino que las dimensiones se pueden relacionar y además las acciones de la política de seguridad hídrica doméstica permitirían repensar las dimensiones del *habitus de la vulnerabilidad sociohídrica*.

Por tanto, se concluye que el enfoque social de equidad en la política del agua se podrá lograr, entre otras cosas, si se consideran e integran en sus lineamientos de acción las experiencias, percepciones y prácticas a escala del hogar, para así alcanzar una política de agua que siga el paradigma de seguridad hídrica doméstica.

Por último, se recalca que estos elementos sociales relativos a la equidad son algunos hallazgos de una investigación previa y que únicamente están vinculados con contextos de tandeo, es decir, no tienen la pretensión de abarcar la solución a la complejidad de problemas de inequidad e injusticia que atraviesan el tema del agua –no sólo sociales sino también naturales–, tales como la sobreexplotación, desbalance hídrico, contaminación, sobreconcesionamiento, conflictos socioambientales, entre otros.

Bibliografía

- Aguilar, L. F. (2010). *Política pública*, México, Siglo XXI Editores.
- Allan, J., Kenway, S. y Head, B. (2018). *Urban Water Security - What does it mean?*, Brisbane, University of Queensland.
- Andrew, H. D. (2018). *Eutrophication. Handbook on Marine Environment Protection*, Bermen, Springer, Dordrecht.
- Ávila, P. (2008). “Vulnerabilidad socioambiental, seguridad hídrica y escenarios de crisis por el agua en México”, *Revista de Cultura Científica*, núm. 90, UNAM, pp. 46-97.
- Bardach, E. (1998). *Los ocho pasos para el análisis de política pública. Un manual para la práctica*, México, CIDE.
- Beck, U. (1998). *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*, España, Paidós.
- Bonanno, G. y Vymazal, J. (2018). “Translocation, accumulation and bioindication of trace elements in wetland plants”, *Science of The Total Environment*, núm. 631, pp. 252-261. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.039>
- Bourdieu, P. (2012). *Bosquejo de una teoría de la práctica*, Buenos Aires, Prometeo Libros.
- Bradbury, H. (2015). *Action Research. What is good action research*, California, Sage.
- Cardozo, L. I. (2006). *La evaluación de políticas y programas públicos. El caso de los programas de desarrollo social en México*, México, Porrúa.
- Castro, J. E. (2005). “Agua y gobernabilidad: entre la ideología neoliberal y la memoria histórica”, *Cuadernos del CENDES*, vol. 22, núm. 59, mayo-agosto.

- Ch2. (8 de octubre de 2018). Chichicáspatl, Tlalpan. (M. Día, entrevistador)
- Chakraborty, S. K. (2021). “River Pollution and Perturbation: Perspectives and Processes”, *Riverine Ecology*, vol. 2, pp. 443-530.
- Conagua (2014). *MIA Regulación y Saneamiento de los Ríos de Oriente del Lago de Texcoco*, Ciudad de México, Conagua.
- (2018). *Catálogo general de PTAR*. Ciudad de México.
- (2020). *Índices de calidad de agua*. Ciudad de México.
- (2020). *Programa Nacional Hídrico 2020-2024*. Ciudad de México.
- (21 de junio de 2021). *Sistema Nacional de Información del Agua*. Obtenido de Calidad del agua (nacional): <http://sina.conagua.gob.mx/sina/index.php>
- Connor, R. (2021). *The United Nations World Water Development Report 2021*. UNESCO.
- Cook, C. y Bakker, K. (2012). “Water security: Debating an emerging paradigm”, *Global Environmental Change*, vol. 22, pp. 94-112.
- Cotler E. (comp.) (2007). *El manejo integral de cuencas en México*, México, SEMARN.
- Díaz, M. G. (2021). *Vulnerabilidad sociohídrica al tandeo y calidad del agua en la Ciudad de México. Hacia una política de seguridad hídrica doméstica*, México, El Colegio de México.
- Ferrajoli, L. (1999). *Derecho y garantías, la ley del más débil*, Madrid, Trotta.
- García, P. Á., Hach, J. L. y Moller, C. M. (2019). *Estudios sobre protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos*, México, Comisión Nacional de los Derechos Humanos.
- GFB3 (11 de febrero de 2019). General Francisco Berriozábal, Gustavo A. Madero. (M. Díaz, entrevistador)
- GFB4 (11 de febrero de 2019). General Francisco Berriozábal, Gustavo A. Madero. (M. Díaz, entrevistador)
- GODF (1999-2019). *Resolución de carácter general mediante la cual se determinan y se da a conocer zonas en las que los contribuyentes de los derechos por el suministro*. Obtenido de Gaceta Oficial del Distrito Federal.

- Gómez D., O. (2018). “Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública”, *Revista de la Facultad de Medicina*, vol. 66, núm. 1, pp. 7-8.
- González, A. E. (2016). *La Región Hidropolitana de la Ciudad de México*, México, Instituto Mora.
- (2019). El derecho humano al agua y las contradicciones urbanas, en CLACSO, *El derecho a la ciudad en América Latina*.
- Gray, D. y Sadoff, C. (2007). “Sink or swim? Water security for growth and development”, *Water Policy*, vol. 9, núm. 6.
- IANAS (2019). *Calidad del agua en las Américas, riesgos y oportunidades*, México, UNESCO-IHP.
- Inegi (2017). *Encuesta Nacional de Hogares*.
- (2020). *Demografía y Sociedad*, Ciudad de México.
- IPCC (2012). “Summary for Policymakers”, en *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Nueva York, Cambridge University Press.
- (2014). *Cambio climático 2014: impactos, adaptación y vulnerabilidad. Resúmenes, preguntas frecuentes y recuadros multicapítulos. Contribución del Grupo de trabajo II al Quinto Informe de Evaluación del Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático*, Ginebra, Organización Meteorológica Mundial.
- Irvine, K. (2004). *Water Quality Index Calculation*, Buffalo State, Canadian Council of Ministers of the Environment.
- Kloster, K. (2020). “La construcción social del agua como un territorio en disputa”, en A. E. González Reynoso, *Conflictos y riesgos por el agua en México. Trasvases, inundaciones y contaminación en territorios desiguales*, México, Instituto Moral.
- Kumar, R. y McMasters, F. (2017). “Planning and Design of Sewerage Infrastructure for a Congested Area in Delhi: A Case Study Towards Pollution Abatement in River Yamuna”, *American Society of Civil Engineers*, pp. 249-260.
- Monroy, O. (2020). *Acciones metropolitanas para la gestión sustentable del agua*. México, ANUIES, UAM, El Colmex.
- Moradell, I. y Renau, A. (2019). “Contaminación de aguas subterráneas. Algunos ejemplos”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 27, núm. 1, p. 3.

- Morales, E. (2018). “Resultados del pozo San Lorenzo Tezonco y sus implicaciones en el entendimiento de la hidrogeología regional de la cuenca de México”, *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, núm. 31, pp. 64-75.
- Murillo, D. (2014). “Comentarios sobre la seguridad y la soberanía hídrica, un revés a la (in)governabilidad del agua”, en F. Pérez Correa, *Gestión pública y social del agua en México* (pp. 34-43), México, UNAM.
- OCAVM1 (6 de mayo de 2021). Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México. (M. Díaz, entrevistador).
- OCDE (2016). *Water Governance in Cities*, París, OECD Studies on Water, OECD Publishing.
- Organización de las Naciones Unidas (2002). *Observación General Número 15, El derecho al agua, Programa de Derechos Económicos, Sociales y Culturales*, Ginebra, ONU.
- Oswald, U. (coord.) (2011). *Retos de la investigación del agua en México*, Morelos, CRIM-UNAM.
- Panamerican Health Organization (2020). *2030 Agenda for Drinking Water, Sanitation and Hygiene in Latin America and the Caribbean: A Look from the Human Rights Perspective*, Washington, PAHO.
- Pedrozo, A. (2020). “Equidad hídrica: distribución justa del agua por comunidad”, *Perspectivas IMTA*, núm. 19.
- Peña, H. (2016). *Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y El Caribe*, CEPAL, Naciones Unidas.
- Peña, J. (2020). “Ciudades-cuenca: los trasvases como instrumento político a favor de las grandes urbes y como soportes técnicos de la reconfiguración hidrológica nacional”, en A. E. González Reynoso, *Conflictos y riesgos por el agua en México. Trasvases, inundaciones y contaminación en territorios desiguales*, México, Instituto Mora.
- Perlo, M. y González, A. (2009). *¿Guerra por el agua? Estudio sobre las relaciones hidráulicas entre el Distrito Federal y el Estado de México*, México, PUEC-UNAM.
- Rojas, A. (2021). “Equidad y justicia hídricas”, *Perspectiva IMTA*, núm. 12.
- Romero, P. y Gnatz, D. (2016). *Conceptualizing urban water security in an urbanizing world. Current opinion in Environmental Sustainability*, pp. 45-51.

- Rou, X. *et al.* (2020). “Assessment of Biological Toxicity and Ecological Safety for Urban Black-Odor River Remediation”, *International Journal of Environmental Research and Public Health*. <https://doi.org/10.3390/ijerph17031025>
- Sacmex (2022). *Listado de Condonación Sacmex al 30 de septiembre de 2022*. Obtenido de <https://reconstruccion.cdmx.gob.mx/condonaciones-agua-predio>
- Sacmex1, F. (1 de febrero de 2020). Sacmex (M. Díaz, entrevistador)
- Sacmex2, F. (2021). Sacmex (M.D. Santos, entrevistador).
- Sacmex8 (30 de junio de 2021). Funcionario Sacmex (M. Díaz, entrevistador).
- Secretaría de Gobernación (2022). *Área Natural Protegida Lago de Texcoco*, Ciudad de México.
- Semarnat (2016). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, Ciudad de México.
- SLT3 (28 de abril de 2018). San Lorenzo Tezonco, Iztapalapa (M. Díaz, entrevistador).
- SLZ1 (12 de marzo de 2020). San Lorenzo Acopilco, Cuajimalpa (M. Díaz, entrevistador).
- SMA1 (12 de junio de 2019). Santa María Aztahuacan, Iztapalapa (M. Díaz, entrevistador).
- SMA1 (12 de junio de 2019). Santa Martha Acatitla, Iztapalapa (M. Díaz, entrevistador).
- SMA9 (12 de abril de 2019). Santa Martha Acatitla, Iztapalapa (M. Díaz, entrevistador).
- Soto, G. (2008). *Diagnóstico sobre la situación del riesgo y vulnerabilidad de los habitantes del Distrito Federal al no contar con el servicio de agua potable, como base para el análisis del derecho humano al agua y los derechos colectivos de los habitantes*, México, PAOT.
- Torre, F.B. (2017). Los recursos hídricos en el mundo. *Cuadernos de estrategia*, núm. 186, pp. 21-70.
- Vargas, S. y Soares, D. (2020). Perspectivas teóricas sobre los conflictos por el agua: entre la diversidad y la convergencia. En A.E. González Reynoso, *Conflictos y riesgos por el agua en México. Trasvases, inundaciones y contaminación en territorios desiguales*, México, Instituto Mora.

- Wasserman, R. J. (2019). “River nutrient water and sediment measurements inform on nutrient retention, with implications for eutrophication”, *Science of The Total Environment*, pp. 296-302.
- WWAP (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas Residuales: el recurso desaprovechado*, París, UNESCO.

Capítulo 2

Diseño de filtros para la potabilización del agua en la alcaldía Iztapalapa, Ciudad de México

Norma Casiano García,
Annabel Lee Téllez,
Judith Cardoso Martínez*

Resumen

El objetivo de esta investigación fue evaluar la eficiencia de remoción de manganeso con dos tipos de zeolitas: una natural y otra comercial recubierta con óxidos de manganeso, con la finalidad de desarrollar filtros que potabilicen el agua suministrada por la red pública en la alcaldía Iztapalapa. La adecuada caracterización de las zeolitas permitirá remover el hierro y el manganeso del agua de forma económica y eficaz, lo que evitará problemas técnicos y de salud. El análisis de los adsorbentes se realizó mediante isotermas de adsorción en soluciones con pH 7 y 9 a distintas concentraciones de Mn, donde el absorbente

* Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa. Laboratorio de Calidad de Agua del Área de Polímeros. Departamento de Física. División de Ciencias Básicas e Ingeniería [ignorma_casianog@hotmail.com]

(zeolitas) se colocó sobre una solución saturada de adsorbato (Mn (II)) hasta alcanzar el equilibrio para conocer su nivel de remoción. Ambas zeolitas mostraron porcentajes de remoción del 95-99%, por lo que la zeolita comercial fue la más eficiente con remoción del 99% a ambos pH. A concentraciones mayores a 40 ppm se encontró desorción en el sistema. En pruebas de laboratorio con el agua potable de Iztapalapa, se encontró mayor afinidad por el hierro que por el manganeso en ambas zeolitas por separado, pero en un sistema de multicapas de las zeolitas y carbón activo se logró una remoción satisfactoria.

Palabras clave: zeolita, intercambio iónico, isoterma de adsorción, adsorbato, absorbente.

Abstract

The objective of this work was to evaluate the manganese removal efficiency of two types of zeolites: a natural zeolite and a commercial zeolite coated with manganese oxides, with the purpose of developing filters to make the water supplied to the Iztapalapa Municipality potable. Proper characterization of zeolites will allow iron and manganese to be removed from water cheaply and efficiently, thus avoiding technical and health problems. The analysis of the adsorbents was conducted by means of adsorption isotherms in solutions with pH 7 and 9 at different Mn concentrations. Where the adsorbent (zeolites) was placed on a saturated solution of adsorbate (Mn (II)) until equilibrium was reached to know its level of removal. Both zeolites showed removal percentages of 95-99%, although the commercial zeolite was the most efficient with 99% removal at both pH. Desorption in the studied system was found at concentrations higher than 40 ppm. In laboratory assesses using potable water a greater affinity for iron than for manganese, but using both zeolites a satisfactory removal was achieved.

Keywords: zeolite, ion exchange, adsorption isotherms, adsorbate, adsorbent.

Introducción

En México, la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua, define al agua para uso y consumo humano, “a toda aquella que no causa efectos nocivos a la salud y que no presenta propiedades objetables o contaminantes en concentraciones fuera de los límites permisibles y que no proviene de aguas residuales tratadas”. Los límites permisibles que marca esta NOM para manganeso y hierro son de 0.15 y 0.30 mg/L, respectivamente. No obstante, en algunas zonas de la alcaldía Iztapalapa el agua suministrada proveniente de los pozos que la abastecen presenta concentraciones de hierro (Fe), manganeso (Mn), sodio (Na) y cloro (Cl) por encima del límite (Domínguez *et al.*, 2015; Rueda y Cardoso, 2021).

Las concentraciones por encima del límite permisible (NOM-127-SSA1-2021) de Fe y Mn originan problemas de origen estético, color, mal olor, sabores desagradables, reducción en la presión del flujo y problemas a la salud (McFarland y Dozier 2004; Guangji *et al.*, 2019; Bjørklund *et al.*, 2017). Generalmente la eliminación de Fe y Mn comprende dos etapas: *a*) un proceso de oxidación en el que las formas solubles de Fe y Mn se oxidan para formar precipitados insolubles, y *b*) un proceso de separación de sólidos, en el que el material precipitado se elimina de la corriente de agua mediante un proceso de filtración, ya sea por medio de gravedad o presión (Casey, 2009). El proceso de oxidación puede ser una reacción química directa, en la que el aceptor de electrones puede ser el oxígeno o un agente oxidante fuerte como el Cl, el dióxido de cloro (ClO₂), el ozono (O₃) o el permanganato de potasio (KMnO₄). Este método es especialmente útil cuando el Fe está combinado con materia orgánica o cuando hay bacterias de hierro/manganeso (McFarland y Dozier, 2004). No obstante, la tasa de precipitación química del Fe y el Mn está directamente influenciada por el pH, donde el Fe se oxida a un pH entre 6.5-7.5 y el Mn requiere un pH superior a 9.5 para su oxidación completa cuando se utiliza un agente oxidante como el Cl (Khadse *et al.*, 2015).

Por lo anterior es necesario utilizar un método de filtración que sea capaz de eliminar los precipitados de Fe y Mn que se tienen en el agua potable, así como las formas insolubles que se encuentren en la misma.

Una de las formas de eliminar estos iones solubles es mediante el uso de filtros con zeolitas naturales del tipo clinoptilolita y zeolitas de tipo comercial recubiertas con óxidos de manganeso. El mecanismo de remoción se realiza mediante intercambio iónico (zeolita natural) o absorción (zeolitas comerciales), que remueven estos iones permitiendo que el agua resultante se encuentre dentro de los límites permisibles para uso y consumo humano (Petkova, 1997).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la capacidad de remoción de Mn de dos tipos de zeolita, natural clinoptilolita y comercial Katalox ligth, con el propósito de tener la información necesaria para la elaboración de un prototipo de filtro doméstico de fácil acceso y bajo costo que permita dotar agua de la calidad adecuada a los pobladores de la alcaldía Iztapalapa en la Ciudad de México (CdMx). La evaluación de las zeolitas se realizó mediante isotermas de adsorción en soluciones sintéticas de Mn en concentraciones de 10, 20, 30, 40, 50, 60 y 100 ppm durante un tiempo de contacto de 72 horas y a pH de 7 y 9 y, posteriormente, pruebas en el laboratorio con el agua potable de Iztapalapa.

Antecedentes

Ubicación

La alcaldía Iztapalapa se localiza al oriente de la CdMx, es la más poblada de las 16 que la componen, con 1,835,486 habitantes y una extensión territorial aproximada de 16,100 habitantes por km². Su extensión territorial es de 114 km², lo que representa 7.5% del total del territorio de la CdMx. Iztapalapa colinda con las alcaldías Iztacalco en el norte, Tláhuac y Xochimilco al sur y Benito Juárez al norponiente. Tiene una latitud de 2,240 msnm en sus partes de planicie, sus partes altas llegan a tener una altitud de hasta 2,820 msnm, representadas por la Sierra de Santa Catarina, Cerro de la Estrella y Peñón de Marqués (Secretaría de Protección Civil, 2014; Inegi, 2020; Atlas de Riesgos Naturales de la Delegación Iztapalapa, 2011).

La alcaldía Iztapalapa se ubica dentro de la cuenca de México, perteneciente a la provincia del Cinturón Volcánico Transmexicano (CVTM). La composición del CVTM está conformada por elementos de

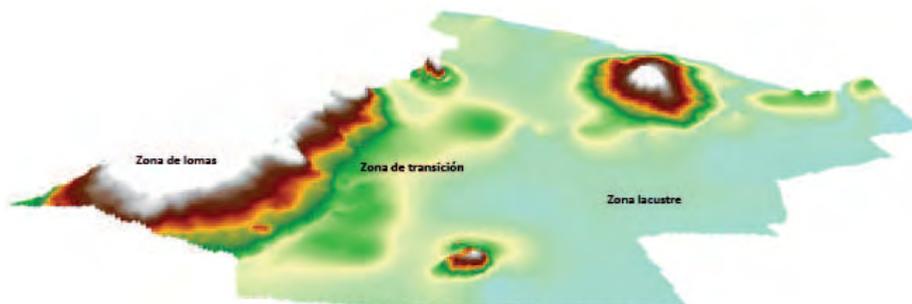
tipo volcánico como cenizas, coladas de lava, sierras volcánicas y depósitos de arena. El relleno de la cuenca es de tipo fluvial y lacustre procedente de las montañas aledañas y de cenizas volcánicas de origen reciente. El material del subsuelo está compuesto de una intercalación de lava, tobas y cenizas con material arenoso transportado desde las partes altas, y la parte superior está compuesta de arcillas y arenas finas de origen sedimentario procedentes de los antiguos lagos (Secretaría de Protección Civil, 2014; Atlas de Riesgos Naturales de la Delegación Iztapalapa, 2011).

Geología de la alcaldía Iztapalapa

Iztapalapa se ubica en una zona lacustre ocupada anteriormente por los lagos de Texcoco y Xochimilco. El subsuelo se compone de limo y arcilla sobre los que se encuentran depósitos aluviales recientes y depósitos antropocéntricos conformados por basura, material orgánico y cascajo. La superficie está constituida por tres zonas, como se muestra en la Figura 1 (Secretaría de Protección Civil, 2014): *a*) zonas de lomas de composición ígnea que corresponden a las partes altas representadas por la Sierra de Santa Catarina, el Cerro de la Estrella y el Peñón de Marqués; *b*) zona de transición que separa la zona de lago de la zona de lomas, y *c*) zona de lagos formada por secuencias de arcillas, limos y arenas que presentan diferente tipo de cementación y consolidación que tienden a sufrir subsidencia (Gómez, s.f.; Secretaría de Protección Civil, 2014; Atlas de Riesgos Naturales de la Delegación Iztapalapa, 2011).

Subsidencia del terreno y repercusiones en la calidad del agua del acuífero

La subsidencia o hundimiento paulatino del terreno involucra mecanismos tanto en la superficie como en el subsuelo. En la superficie puede ser causada por la acumulación de sedimentos o por cimentaciones de gran peso que consolidan el terreno, lo cual provoca un desequilibrio mecánico que genera hundimientos. A nivel subsuperficial el hundimiento puede

Figura 1. Modelo digital de elevación de la alcaldía Iztapalapa

Fuente: Secretaría de Protección Civil (2014).

ocurrir por distintos factores, entre los que se encuentra la extracción de fluidos como el gas, petróleo o agua, producto de actividades extractivas y antropocéntricas que al quitar presión al medio geológico producen fracturas y hundimientos. Adicionalmente, el tipo de sedimentos tiene un papel importante en la subsidencia. Las arcillas, al tener un alto contenido de agua y baja permeabilidad, son fáciles de deformar debido a su alta plasticidad y presentan una alta compresibilidad (Tomás *et al.*, 2009; Carreón *et al.*, 2006).

En la cuenca de la CdMx la subsidencia se debe al suelo lacustre que se tiene en la superficie. También es provocada por la extracción excesiva del agua subterránea, que desencadena disminución en las presiones del agua intersticial del acuífero. La subsidencia en la CdMx no es uniforme, ya que depende del espesor de las capas de arcilla. Es decir, el hundimiento es proporcional al espesor de las arcillas, lo que genera, además de fracturas y hundimientos, daños al sistema de abastecimiento del agua potable, lo cual deriva en la oxidación de las tuberías, fugas y contaminación cruzada (Lesser *et al.*, 1998; Auvinet *et al.*, 2019; Santoyo, s.f.; Marsal y Sáinz, 1956; Ortega *et al.*, 1991).

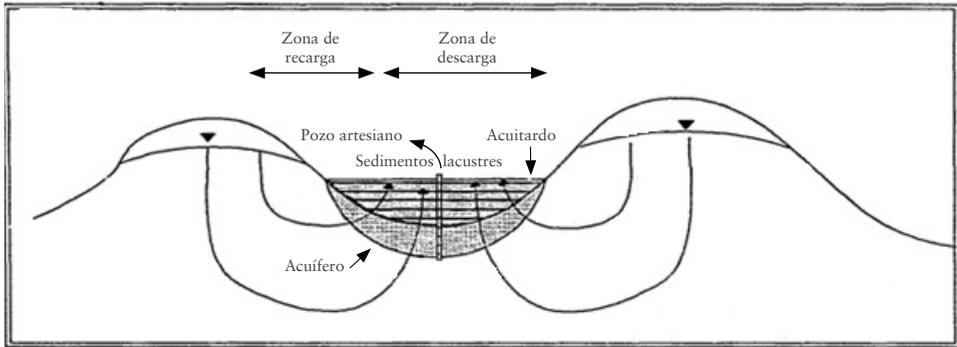
Contaminación del acuífero

Originalmente el acuífero regional de la cuenca de México era de tipo semiconfinado, constituido por un acuitardo en la parte superior y el acuífero subyacente en la parte inferior. El acuitardo proveía protección al acuífero al ser una formación impermeable conformada por sedimentos lacustres de edad cuaternaria, materia orgánica, carbonato de calcio (CaCO_3), arcillas, minerales pesados, *óxidos de hierro* y *manganeso*, y microfósiles. El agua del acuitardo es de composición salobre rica en Fe, Mn y minerales pesados producida por la interacción del agua con los minerales presentes y la evaporación producto de alimentación subterránea. En contraposición, la calidad del agua del acuífero en un principio era buena y aportaba a la CdMx un aproximado de 71% de la demanda doméstica, industrial y agrícola (Domínguez, 1996).

Inicialmente existía un flujo natural ascendente del agua subterránea, donde la recarga se realizaba en las partes altas de la cuenca. Sin embargo, la sobreexplotación del acuífero generó que el comportamiento hidráulico del acuitardo se invirtiera en las zonas con espesores menores a 150 metros debido a la subsidencia del terreno, como se muestra en las figuras 2 y 3 (Domínguez, 1996), provocando contaminación del acuífero por parte del acuitardo mediante goteo, debido a la inversión del flujo del agua subterránea en principio ascendente y ahora descendente. Adicionalmente, la subsidencia originó la aparición de fracturas, y consecuentemente la contaminación del acuífero por la reciente infiltración del acuitardo rico en Fe, Mn y minerales pesados al acuífero y la contaminación producida por actividades antropogénicas debido a la infiltración del agua de la superficie por medio de las fracturas generadas (Domínguez, 1996; Domínguez *et al.*, 2015).

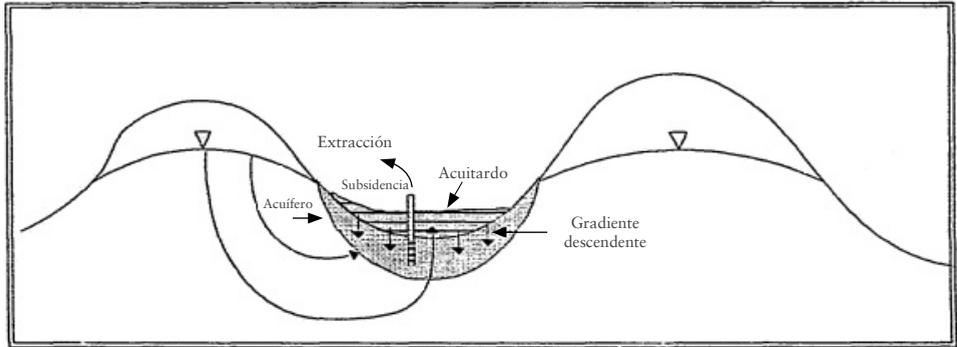
Otra forma de contaminación por Fe y Mn en el agua del acuífero se debe a las actividades antropogénicas de la CdMx, donde las emisiones de autos en la ciudad, la concentración de partículas producto de las industrias y el uso de gasolinas permiten la liberación de Mn al ambiente al ser utilizado como antidetonante de las mismas. En la CdMx se encontraron suelos de origen reciente contaminados con cromo (Cr), cobre (Cu), plomo (Pb), zinc (Zn) y *óxidos de hierro, manganeso y titanio*, especialmente en las alcaldías de Iztapalapa e Iztacalco. Adicionalmente, la geomorfología de la CdMx, al ser una cuenca de tipo

Figura 2. Condiciones Iniciales del flujo subterráneo en la cuenca de México



Fuente: Adaptada por Domínguez (1996).

Figura 3. Condiciones actuales del flujo subterráneo en la cuenca de México



Fuente: Adaptada por Domínguez (1996).

endorreica, contribuye a que estas partículas se concentren dentro de la cuenca y su liberación hacia fuera de la zona sea difícil, permitiendo la infiltración de tales partículas a través de las fracturas recientes (Gómez, 2018; Bautista *et al.*, 2020; Aguilera *et al.*, 2019).

Otro factor que mermó la calidad del agua fueron los sismos de 2017 en la CdMx, los cuales tuvieron influencia en pozos de las alcal-

días de Iztapalapa, Tláhuac y Xochimilco debido al fracturamiento en algunos pozos y en zonas aledañas a éstos, lo cual permitió la infiltración de contaminantes. Adicionalmente se registraron daños a las tuberías y bombas en los pozos consecuencia de fracturas en el subsuelo. La alcaldía de Iztapalapa es una de las zonas más vulnerables debido a que los pozos de extracción se ubican en las zonas fracturadas o se encuentran relativamente cerca de éstas (Macías *et al.*, 2018). Adicionalmente, el estudio realizado por Rueda y Cardoso (2021), en el que se llevó a cabo un muestreo físico-químico para determinar la calidad del agua proveniente de los pozos de las alcaldías Tlalpan e Iztapalapa mostró deficiencia en la calidad del agua que se suministra a la población. Los resultados arrojaron parámetros de Fe y Mn en el agua potable fuera de los límites permisibles de la NOM-127-SSA1-2021 con concentraciones de 0.02–2.36 mg/L para Fe y de 0.3–1.3 mg/L para Mn.

Problemas causados por el hierro y manganeso

Puesto que 70% del agua extraída en la alcaldía proviene de pozos subterráneos, la coloración rojiza o parduzca del agua se debe a la oxidación de los iones Fe y Mn. En el agua subterránea, estos iones se encuentran en su forma soluble Mn (II) y Fe (II). Sin embargo, la exposición al oxígeno y la posterior cloración hacen que estas formas solubles precipiten a sus formas Fe (III) y Mn (IV) mediante oxidación, lo cual provoca el característico sabor amargo o metálico y el color parduzco a rojizo del agua de la alcaldía (Guillén *et al.*, 2021; Khadse *et al.*, 2015).

Las concentraciones por encima del límite permisible (NOM-127-SSA1-2021) de Fe y Mn originan problemas de origen estético como mal olor, color marrón y sabor desagradable, así como la reducción en la presión del flujo debido a la acumulación en las tuberías, calentadores, regaderas, etcétera, lo que dificulta la circulación del agua. Aunque se considera que el Mn no tiene repercusiones a la salud en concentraciones menores a 0.15mg/L, cantidades mayores producen neurotoxicidad, efectos neurológicos como el Alzheimer y envenenamiento por Mn. Algunos estudios han demostrado que los niños que ingieren agua potable con niveles iguales o superiores a 0.241 mg/L de Mn durante un mínimo de tres años presentan bajos rendimientos escolares y cognitivos, función

verbal y puntuaciones de cociente intelectual deficientes. Debido a lo anterior, la remoción de estos metales es vital para evitar riesgos técnicos y especialmente de salud (McFarland y Dozier, 2004; Guangji *et al.*, 2019; Bjørklund *et al.*, 2017).

Remoción de hierro y manganeso con zeolitas

El consumo de metales pesados por medio del agua genera efectos adversos en la salud humana a largo plazo, es por ello que el tratamiento para su remoción resulta imprescindible. Sin embargo, el éxito del proceso aplicado para remover estos materiales depende del tipo de contaminante que se tenga, del costo, de la flexibilidad, del fácil manejo y de la eficiencia de remoción; el uso de zeolitas es una opción de bajo costo, al ser adsorbentes naturales muy fáciles de encontrar en la naturaleza (Ugwu *et al.*, 2022).

Las zeolitas son minerales aluminosilicatos que contienen agua cristalina. Su estructura consiste en redes tridimensionales de tetraedros de aluminio y dióxido de sílice unidos por átomos de oxígeno. Su microporosidad constituye entre 20 y 50% del volumen total del cristal en la mayoría de las zeolitas (Taamneh y Sharadqah, 2017). Aunque existen distintas variedades de zeolitas, la más abundante en la naturaleza es la clinoptilolita, si se considera el intercambio catiónico y la selectividad iónica, las propiedades más importantes de las zeolitas naturales en el tratamiento de aguas contaminadas. Adicionalmente, las zeolitas naturales se pueden modificar para aumentar la capacidad de retención de algunos contaminantes. Petkova (1997) recubrió zeolita natural con óxidos de manganeso para evaluar la eficiencia de remoción del Fe y el Mn, obteniendo remociones de 96% para el primero y 95% para el segundo. Los procesos de remoción de Mn en las zeolitas naturales involucran intercambio iónico en la primera fase, debido a que el Mn se encuentra en su forma disuelta fijado a la superficie de la zeolita. Posteriormente, cuando la zeolita está saturada, la oxidación del Mn retenido en la zeolita con agentes como el Cl forma una capa de óxidos de manganeso alrededor del grano para finalmente remover el Mn mediante adsorción.

Por otro lado, se ha demostrado que las zeolitas presentan mayor afinidad y selectividad a ciertos metales. Erdem *et al.* (2004) encon-

traron que el proceso de adsorción depende de la densidad aparente y del tamaño de ion hidratado, la concentración del metal, el tiempo de adsorción y la masa del adsorbente. La sucesión de selectividad de los metales iónicos según sus estudios de equilibrio se especifica como $\text{Co} > \text{Cu} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Mn}$. Cuchimaque *et al.* (2013) comprobaron que la adsorción de Fe y Mn es mayor en zeolitas recubiertas con óxidos de manganeso, considerando la altura de las capas de zeolita en los filtros y el caudal de los factores que determinan la remoción de estos metales. Adicionalmente se observó una mayor afinidad de la zeolita por el Fe que por el Mn, cuando se tienen concentraciones elevadas de Fe, por lo que esta investigación recomienda quitar primero el Fe y después el Mn para evitar la saturación de filtros.

Manganeso

El Mn es un metal de transición situado entre el Cr y el Fe en la tabla periódica. La corteza terrestre tiene 0.09% de Mn, convirtiéndolo en el duodécimo elemento más abundante en la Tierra. Sin embargo, el Mn no se encuentra en su estado elemental en la naturaleza y sólo se le encuentra en forma de compuestos con otros elementos, principalmente en óxidos, carbonatos y silicatos (Kumar y Lodhari, 2018). Sus estados de oxidación más comunes son +2, +3, +4, +6 y +7, pero se han reportado posibles estados de oxidación que van de -3 a +7. Adicionalmente, los estados de oxidación, que son inestables en soluciones ácidas, pueden existir en soluciones básicas, por lo que el pH es un factor muy importante en la química del Mn (Gerke y Little, 2018).

La geoquímica del Mn es compleja y se encuentra controlada por las condiciones de pH-Eh (potencial de hidrógeno adimensional y potencial de oxidación medido en voltios, respectivamente). Por ejemplo, el Mn^{2+} se encuentra en forma acuosa y se forma a partir de la meteorización de rocas ígneas y metamórficas y hay disuelto en condiciones anóxicas, pero éste se vuelve insoluble formando óxidos cuando se oxida a Mn^{3+} y Mn^{4+} . Así que los valores de Eh-pH son los que determinan la solubilidad del Mn. Las especies más básicas del Mn se localizan en regiones de pH altos y las más ácidas en las de pH bajo. En las aguas naturales dulces y salinas encontramos el Mn^{2+} en forma disuelta, siendo

el intervalo del pH de estas aguas entre 5-8 con condiciones ligeramente reductoras. Por otro lado, en condiciones oxidantes, los óxidos de Mn^{4+} son altamente insolubles a pH elevados en entornos ricos en CO_2 (Gerke y Little, 2018).

Los microorganismos también desempeñan un papel importante en la química del Mn, ya que algunos organismos pertenecientes al grupo *S. putrefaciens* pueden reducir el Mn^{4+} a Mn^{2+} , y adicionalmente reducir el Fe (III). Por otro lado, a pH neutros el Mn^{2+} soluble puede ser oxidado a sus formas insolubles Mn^{3+} y Mn^{4+} por acción de microorganismos que oxidan el Mn a tasas de oxidación más rápidas que la oxidación abiótica (Nealson y Myers, 1992).

Adsorción e isotermas

El proceso de adsorción es un fenómeno de superficie mediante el cual una mezcla de fluidos de composición variada, ya sean gases o líquidos (contaminantes en solución), son atraídos por la superficie de un adsorbente sólido, como el caso de las zeolitas, y forman uniones mediante enlaces físicos o químicos (Foo y Hameed, 2010). Cuando la interacción es física se denomina fisisorción e involucra las fuerzas de Van der Waals. Si el enlace es químico se denomina quimisorción e implica una reacción química que forma enlaces químicos de mayor fuerza que las fuerzas de Van der Waals (Hernández *et al.*, s.f.).

Para conocer la cantidad de adsorción máxima del adsorbente de un contaminante en específico se realiza el uso de isotermas de adsorción. Una isoterma es una representación de la cantidad de contaminante (en $mg\ m^{-2}$ o $mol\ m^{-2}$) adsorbida en un sustrato o adsorbente (sólido, líquido o gas) en función de la concentración en equilibrio restante y se realiza a temperatura constante. La cantidad adsorbida del contaminante se determina a distintas concentraciones y a una misma temperatura con pH constantes, es decir, describen la interacción del contaminante con el material adsorbente, lo que da información de los mecanismos de adsorción y la capacidad de remoción del adsorbente.

La isoterma utiliza principalmente un enfoque que parte de métodos lineales (método lineal de mínimos cuadrados) para determinar las características de adsorción, al ajustar los datos al modelo de la isoter-

ma que se acerque más al valor 1 según los coeficientes de correlación. Según la forma en que se linealice la ecuación de adsorción, la distribución del error variará; por consiguiente, existen distintos modelos de isothermas, donde en la práctica se elige el que mejor se ajuste y presente el error mínimo. Mediante una representación gráfica en forma de curva, la isoterma describe el fenómeno que gobierna la absorción o desorción de una sustancia hacia los poros del adsorbente. Estas gráficas describen las relaciones de equilibrio, donde el eje de las abscisas representa la concentración de soluto en equilibrio de la solución y el eje de las ordenadas representa la concentración del soluto en equilibrio en la superficie del adsorbente. Los modelos de Langmuir y Freundlich son los más utilizados (Tadros, 2013; Foo y Hameed 2010).

Materiales y métodos

Para realizar las isothermas de adsorción se utilizaron zeolita natural clinoptilolita y zeolita comercial recubierta con óxidos de manganeso Katalox Light® (Tabla 1) a concentraciones de 10, 20, 30, 40, 50 60 y 100 ppm de Mn (II) en solución acuosa a pH de 7 y 9. El volumen del adsorbato se mantuvo constante (10 mL), así como la cantidad de adsorbente (1 g de zeolita). Las adsorciones se realizaron durante un periodo de 72 horas y se mantuvieron en agitación constante con el empleo de un agitador orbital multipropósito. Posteriormente, se filtraron las soluciones para determinar las concentraciones finales, es decir, la concentración en equilibrio. Las concentraciones del Mn se obtuvieron con el uso de un espectrofotómetro de absorción atómica con flama marca Varían SpectrAA 220 FS. Finalmente, con los datos obtenidos se procedió a ajustarlos con los modelos de Langmuir, Freundlich y Redlich-Peterson (Rivas *et al.*, 2014).

Resultados y discusión

La evaluación de remoción de Mn de las zeolitas se llevó a cabo con la finalidad de realizar un filtro que potabilice el agua que se suministra en la alcaldía Iztapalapa, debido a que se analizaron ocho muestras de

Tabla 1. Materiales adsorbentes

Nombre	Especificaciones
Zeolita natural clinoptilolita	Zeolita tipo clinoptilolita ((Ca, K, Na) ₆ (Si ₃₀ Al ₆) O ₇₂ ·20H ₂ O) de apariencia de clara a blanca, sin olor, con tamaño de partícula de 2.3 mm.
Zeolita comercial Katalox Light®	Apariencia: Granulado negro, sin olor, con tamaño de partícula de 0.16-1.4 mm. Recubrimiento con MnO ₂ (10%) Vida útil de 7 a 10 años y se obtiene disponible para su compra en la Ciudad de México.

Equipo y materiales

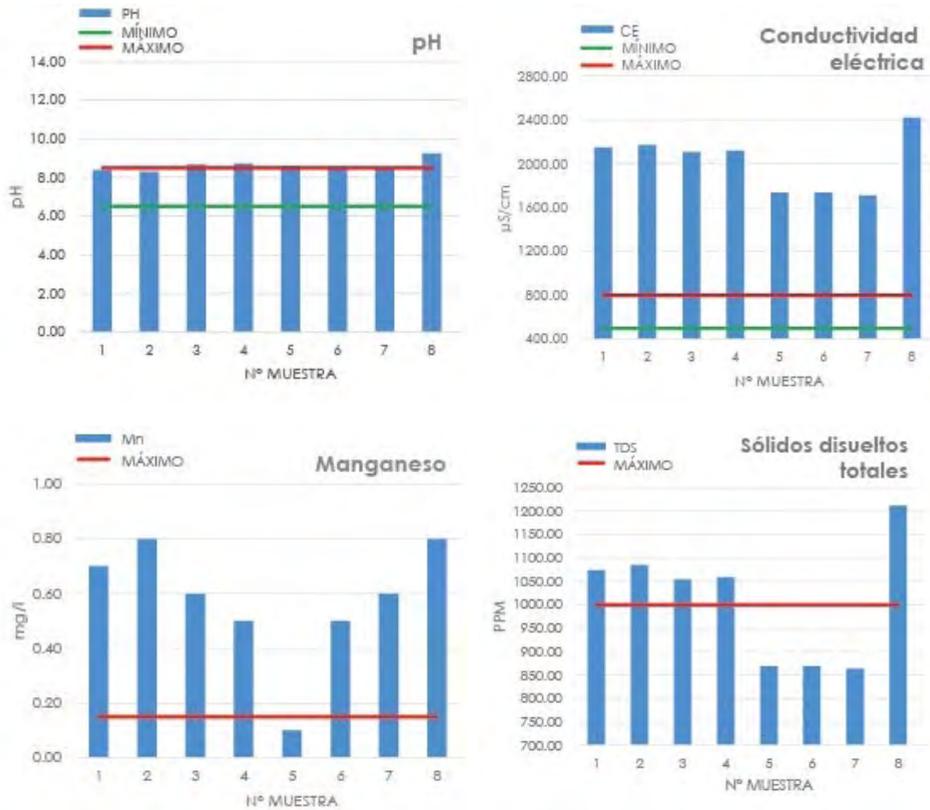
Tabla 2. Equipo utilizado para la determinación de adsorción

Nombre	Modelo
Agitador orbital multipropósito	Modelo CVP-2000P
Espectrofotómetro de absorción atómica con flama	MOD. SPECTRAA-220FS
Medidor de pH de mesa con base de electrodo	OAKTON ®
Balanza analítica	

agua de las cisternas ubicadas dentro de la UAM Iztapalapa, cuya agua procede de la red de abastecimiento público de esta demarcación. La elección de los sitios de muestreo consideró todas las cisternas presentes en la universidad. Se tomaron las coordenadas de los sitios de muestreo y se procedió a tomar las muestras de agua. Se determinó la calidad del agua de las muestras mediante pruebas “*in situ*” y pruebas de laboratorio, con lo cual se obtuvieron los principales parámetros para evaluar la calidad del agua, especialmente el manganeso.

En la Figura 4 se muestran los valores obtenidos de los parámetros evaluados y su comparación con los valores máximos de acuerdo con la norma mexicana 127 para el agua potable (marca roja en las gráficas).

Figura 4. Determinación de cuatro parámetros (pH, conductividad eléctrica, concentración de Mn y sólidos disueltos totales de 8 sitios de la UAMI)



Los valores de pH en la Figura 4 indican que el agua potable en los puntos de muestreo es ligeramente básica, lo cual favorece la oxidación de componentes en el agua. La determinación de la conductividad y los sólidos disueltos totales exceden hasta tres veces el valor permitido por las normas mexicanas, e indican un alto contenido de sales en el agua. La cantidad de Mn indica hasta seis veces el máximo permitido para el agua potable. Cuando se tiene un alto contenido de Mn en el agua, al entrar en contacto con el aire se puede precipitar y originar sólidos sedimentables y coloración del agua. Su oxidación posibilita la formación de precipitados, que generan turbiedad y disminución de la calidad estética de los cuerpos de agua (Sierra, 2011).

Por consiguiente, se estudiaron las características de las zeolitas para conocer su capacidad máxima de adsorción de Mn y su cinética de adsorción. Los resultados obtenidos se muestran a continuación.

Porcentaje de remoción

El porcentaje de remoción de cada isoterma de adsorción se calculó según la siguiente ecuación:

$$\% \text{ de remoción del adsorbente} = 100 * ((C_o - C_e)/C_o)$$

Donde:

C_o = Concentración inicial de Mn en ppm.

C_e = Concentración en equilibrio (Concentración del adsorbato en la solución después de 72 horas).

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3. Al comparar el porcentaje de remoción de cada adsorbente en función del pH se puede notar que a un pH de 9 el porcentaje de remoción es mayor en la zeolita comercial recubierta de óxidos de manganeso con porcentajes de remoción de 99%. Para la zeolita natural el porcentaje de remoción para pH de 9 es de 94 a 96%, mayor porcentaje en la cantidad de manganeso que con el pH de 7. Sin embargo, las remociones son eficientes al estar dentro de un valor mayor a 90% en ambas zeolitas y a los dos pH. Se alcanzan mejores remociones de Mn a pH de 9 para ambas zeolitas.

Por otro lado, se puede notar que cuando las concentraciones de Mn van del 10-30 en la zeolita natural a pH de 7 y 9, el porcentaje de remoción es proporcional a la concentración, pero en el intervalo de 40-100 el porcentaje de remoción comienza a disminuir, y llega a valores de 84% para las concentraciones de 100 ppm. En consecuencia, se observa que cuando se tienen concentraciones mayores de Mn a 60 ppm la eficiencia de remoción disminuye para la zeolita natural. Sin embargo, esto no sucede con la zeolita comercial, ya que si bien el porcentaje de remoción decrece, no lo hace significativamente, y se obtienen porcentajes de remoción de 99% en ambos pH (Tabla 4).

Tabla 3. Remoción del Mn a pH de 7 y 9. Zeolita natural y comercial

Zeolita natural clinoptilolita en solución de Mn a pH de 7				Zeolita comercial Katalox Light en solución de Mn a pH de 7			
Mn inicial (ppm)	Mn final (ppm)	Absorbido (mg/L)	qe (mg/g)	Mn inicial (ppm)	Mn final (ppm)	Absorbido (mg/L)	qe (mg/g)
10	0.6454	9.3546	0.094	10	0.397163	9.60283688	0.096028
20	1.1489	18.8511	0.189	20	0.404255	19.5957447	0.195957
30	1.7092	28.2908	0.283	30	0.411348	29.5886525	0.295887
40	3.4326	36.5674	0.366	40	0.411348	39.5886525	0.395887
50	7.8227	42.1773	0.422	50	0.390071	49.6099291	0.496099
60	0.4184	59.5816	0.596	60	8.602837	51.3971631	0.513972
100	15.9504	84.0496	0.840	100	0.468085	99.5319149	0.995319
Zeolita natural clinoptilolita en solución de Mn a pH de 9				Zeolita comercial Katalox Light en solución de Mn a pH de 9			
Mn inicial (ppm)	Mn final (ppm)	Absorbido	qe (mg/g)	Mn inicial (ppm)	Mn final (ppm)	Absorbido (mg/L)	qe (mg/g)
10	0.564	9.436	0.09436	10	0.029	9.971	0.09971
20	0.71	19.29	0.1929	20	0.018	19.982	0.19982
30	1.582	28.418	0.28418	30	0.007	29.993	0.29993
40	2.128	37.872	0.37872	40	0.0125	39.9875	0.399875
50	2.552	47.448	0.47448	50	0.018	49.982	0.49982
60	2.71	57.29	0.5729	60	0.296	59.704	0.59704
100	10.329	89.671	0.89671	100	0.574	99.426	0.99426

La Tabla 3 muestra el Mn adsorbido con ambas zeolitas. Las concentraciones finales (concentración en equilibrio) se determinaron mediante la adsorbancia de la curva de calibración y las adsorbancias para cada solución.

Tabla 4. Comparación del porcentaje de remoción para los dos adsorbentes a distintos pH

C _o (ppm)	% remoción zeolita natural		% remoción zeolita comercial	
	pH 7	pH 9	pH 7	pH 9
10	93.55	94.36	96.03	99.71
20	94.26	96.45	97.98	99.91
30	94.30	94.73	98.63	99.98
40	91.42	94.68	98.97	99.97
50	*84.35	94.89	99.22	99.96
60	99.30	95.48	*85.66	99.51
100	*84.045	*89.67	99.53	99.43

* Disminución en porcentaje de adsorción.

Isoterma de Langmuir

El modelo de Langmuir infiere que se da una adsorción en monocapa, donde la adsorción sólo se produce en un número finito de sitios definidos; estos sitios son idénticos y equivalentes sin interacción lateral ni obstáculos entre las moléculas adsorbidas. Es decir, existe una adsorción homogénea donde todos los sitios del adsorbente poseen una afinidad igual por el adsorbato (Foo y Hameed, 2010).

La gráfica $1/q_e$ vs $1/C_e$ se ajusta a la forma lineal del modelo de Langmuir como se indica en la ecuación (1)

$$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{qm} + \frac{1}{KLqm} * \frac{1}{C_e} \quad (1)$$

Donde:

q_e = Cantidad de adsorbato en el adsorbente (mg/g)

C_e = Concentración en equilibrio (ppm)

qm = Cantidad máxima adsorbida (ppm)

El parámetro de adsorción se determina con la ecuación (2)

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L C_0} \quad (2)$$

Donde:

K_L (L/mg) = Constante de Langmuir

C_0 = Concentración inicial del adsorbato

Considerando:

$K_L > 1$ = adsorción no favorable

$K_L = 1$ = adsorción lineal

$0 < K_L < 1$ = adsorción favorable

$K_L = 0$ = adsorción irreversible

Isoterma de Freundlich

La isoterma de Freundlich describe una adsorción no ideal y reversible, no restringida a la formación de monocapas. Se aplica a la adsorción multicapa, con una distribución no uniforme del calor de adsorción y de las afinidades sobre la superficie heterogénea. La isoterma de Freundlich es aplicada en sistemas heterogéneos como los tamices moleculares o zeolitas.

El gráfico $\log q_e$ vs $\log C_e$ de la forma lineal de la ecuación de Freundlich se indica en la ecuación (3)

$$\log q_e = \log K_F + \frac{1}{n} \log C_e \quad (3)$$

Donde:

q_e = Cantidad de adsorbato en el adsorbente (mg/g)

C_e = Concentración en equilibrio

La pendiente de la recta se interpreta de la siguiente manera:

Si $n = 0-1$ adsorción heterogénea

$n = < 0$ implica quimisorción

$n > 1$ adsorción cooperativa

Modelo empírico Rendlich-Peterson de tres parámetros

Combina elementos tanto de las ecuaciones de Langmuir como de las de Freundlich; por consiguiente, el mecanismo de adsorción es una combinación entre ambos y no sigue la adsorción ideal en la monocapa, presente en la siguiente ecuación 4:

$$Q_e = \frac{K_R C_e}{1 + a_R C_e^g} \quad (4)$$

Donde:

Q_e = Cantidad de soluto adsorbida en el equilibrio por gramo de soluto

C_e = Remante de soluto en la fase líquida ($\frac{mg}{L}$)

K_R = Constante de Rendlich – Peterson

a_R = valor constante, que varía entre 0 y 1. Si es más cercano a 1 la adsorción se describe mejor con el modelo de Langmuir; al contrario, si es cercano a 0, en ese caso el comportamiento es cercano al modelo de Freundlich.

Para las isotermas de pH 7 y 9, el modelo que tuvo mejor ajuste fue el Rendlich-Peterson, como se puede ver en la Figura 5.

Se realizó la cinética de adsorción a pH 7 y 9, y el modelo de pseudo segundo orden en su forma lineal fue el que tuvo mejor ajuste.

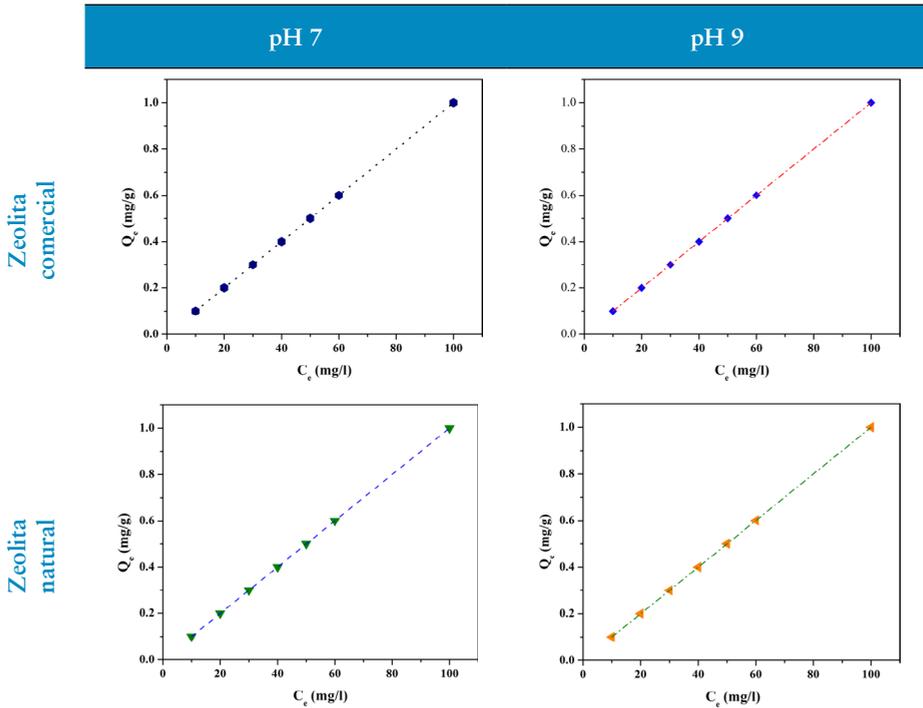
$$\frac{t}{q_t} = \frac{t}{K_2 q_e^2} + \frac{t}{q_t}$$

En la Figura 6 se presenta el ajuste de la cinética de pH 7; y en la Figura 7 se presenta el ajuste de la cinética de pH 9.

Los porcentajes de remoción muestran que a pH de 7 ambas zeolitas presentan remociones del 94-99%, por lo que no es necesario aumentar el pH a 9 para la eliminación de Mn mediante filtros de zeolita. En el caso de trabajar a pH de 9 sería necesario hacer pasar la solución por un filtro de carbón grafito y uno de arena.

Por esta razón se desarrollará como método de remoción un filtro de arena combinado con zeolitas, las cuales aumentan la eficacia en la remoción de contaminantes en el agua de la alcaldía Iztapalapa. Su funcionamiento consistirá en hacer pasar lentamente el agua sin tratar a

Figura 5. Isotermas obtenidas con el modelo de Rendlich-Peterson para la zeolita comercial y la zeolita natural



través de un lecho poroso de arena y los demás componentes, que pueden ser de distintos tipos (con diferentes granulometrías), para asegurar un mayor caudal de servicio y una mejor filtración. Durante su funcionamiento, el agua ingresará a la superficie del filtro y luego escurrirá por el fondo, para llevar a cabo el tratamiento en una sola operación en la que, mediante el desarrollo de procesos físicos y bioquímicos con bajas tasas de filtración, se formará una capa biológica (manta de suciedad) en la superficie del lecho, que retendrá la materia en suspensión y los microorganismos patógenos y, por tanto, eliminará el material no deseado para dar como resultado agua potable.

La propuesta del filtro para la eliminación de Fe y Mn en las proporciones encontradas en el agua de la alcaldía Iztapalapa es: una capa de

Figura 6. Cinética de la zeolita natural y zeolita comercial a pH de 7

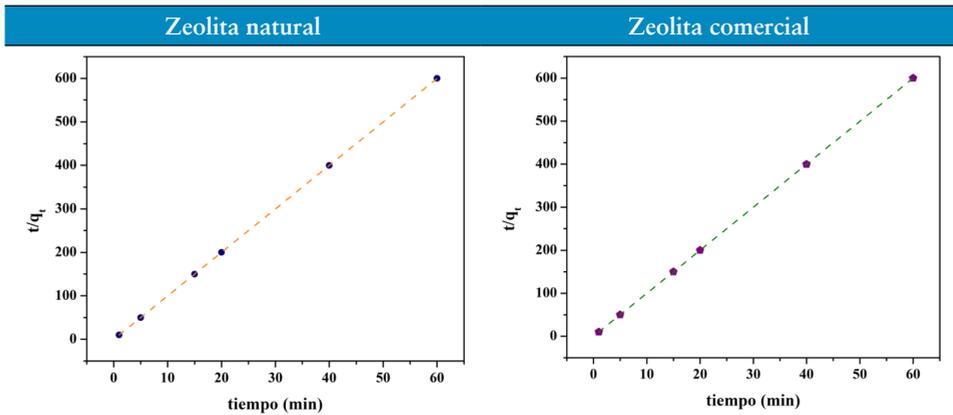
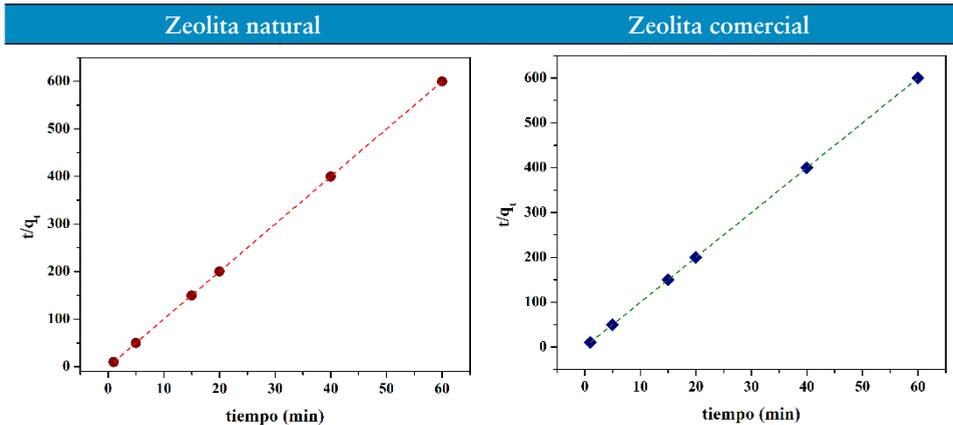


Figura 7. Ajuste de la cinética para pH de 9 en zeolitas natural y comercial



gravilla, una capa de zeolita natural que debido a su mayor afinidad al Fe removerá las altas concentraciones de este metal, una capa de zeolita comercial que eliminará el Mn debido a su alta selectividad por éste, una capa de carbón grafito que eliminaría el color, el olor y modificaría el pH

para estar dentro del intervalo establecido en la norma mexicana y una capa de arena fina, como se muestra en la Figura 8.

Para corroborar la eficacia del tren filtro se realizaron pruebas en el laboratorio, donde se midieron los parámetros de pH, sólidos totales disueltos, turbiedad, conductividad, Fe y Mn. Los resultados obtenidos indican remoción de Fe y Mn, así como reducción en la turbiedad, conductividad y sólidos totales disueltos (Tabla 5).

Figura 8. Prototipo del filtro casero para la alcaldía Iztapalapa

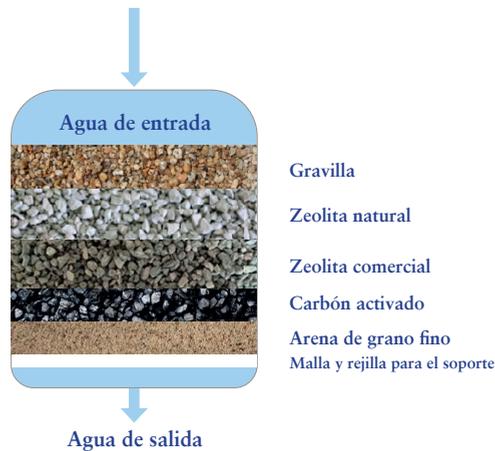


Tabla 5. Resultados obtenidos con el tren filtro propuesto

Parámetro	Agua de entrada (agua de la llave)	Agua filtrada
pH	7.71	8.18
TDS* (mg/L)	872	2
Conductividad (µS/cm)	1740	3
Turbiedad (NTU)	18.12	6.76
Hierro (mg/L)	0.48	0.03
Manganeso (mg/L)	1.00	0.7

* Sólidos totales disueltos.

Conclusiones

El estudio muestra que existe un mayor porcentaje de remoción a pH de 9 que a pH de 7, con un porcentaje de remoción en la zeolita recubierta con óxidos de manganeso del 99% y el de la zeolita natural del 94 por ciento.

El comportamiento del porcentaje de remoción nos indica que, a concentraciones mayores a 50 ppm de Mn, la cantidad de remoción del material comienza a decrecer en función de la concentración; sin embargo, los porcentajes de remoción son mayores a 80%. En la zeolita comercial estos valores son de 99 por ciento.

El modelo de Langmuir fue el que mejor describió el comportamiento de la zeolita natural a pH de 7, ya que dio como resultado una cantidad máxima adsorbida de 117.65 mg/g de Mn. Esto puede deberse a la solubilidad del Mn en pH bajos o neutros, lo cual posibilita la remoción mediante adsorción en la zeolita. Para la zeolita natural expuesta a solución con pH de 9, el modelo que mejor se ajustó a su comportamiento fue el de Rendlich-Peterson, debido a que en la solución a pH altos se tiene Mn soluble, así como Mn en forma precipitada. Los resultados de la isoterma mostraron que por cada gramo de zeolita se adsorben 19.78 mg de Mn. De acuerdo con esta información, es factible utilizar este filtro para la eliminación de Fe y Mn –considerados dos de los principales contaminantes del agua en la alcaldía Iztapalapa y que producen su mal aspecto– con la propuesta de filtro en multicapas; pero si el caudal a tratar es alto, es posible considerar un tren de tratamiento con el uso tanto de la zeolita natural como de la comercial y carbón activado, para optimizar su eficiencia.



Agradecimientos: A la DCBI de la UAM-I por su apoyo económico al proyecto titulado “Desarrollo de filtros para eliminar metales pesados en la potabilización del agua en la alcaldía de Iztapalapa”.

Bibliografía

- Aguilera, A., Bautista, F., Gogichaichvili, A., Gutiérrez, M., Ceniceros, E., Águeda, E. y López, N. R. (2019). “Spatial distribution of manganese concentration and load in dust in Mexico City”, *Salud Pública México*, vol. 62, núm. 2, pp. 147-155. Disponible en <https://doi.org/10.21149/10577>.
- Atlas de Riesgos Naturales de la Delegación Iztapalapa (2011). Disponible en http://rmgir.proyectomesoamerica.org/PDFMunicipales/2011/vr_09007_AR_IZTAPALAPA.pdf (consulta: 28/10/2022).
- Auvinet, G., Méndez, É. y Juárez, M. (2019). “Hundimiento regional en el Valle de México”, *Geotecnia*, núm. 252, Instituto de Ingeniería, UNAM. Disponible en <https://www.smig.org.mx/archivos/revista-trimestral-smig/revista-geotecnia-smig-numero-252.pdf> (consulta: 12/10/2022).
- Bautista, F., Gogichaichvili, A., Delgado, C., Quintana, P., Aguilar, D. I., Cejudo, R. y Cortés, J. L. (2021). “El color como indicador de contaminación por metales pesados en suelos de la Ciudad de México”, *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, vol. 73, núm. 1, A210920. Disponible en <http://dx.doi.org/10.18268/BSGM2021v73n1a210920>
- Bjørklund, G., Chartrand, M. S. y Aaseth, J. (2017). “Manganese exposure and neurotoxic effects in children”, *Environ Res*, núm. 155, pp. 380-384. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.03.003>.
- Carreón D. C., Hidalgo C. M. y Hernández, M. (2006). “Mecanismos de fracturamiento de depósitos arcillosos en zonas urbanas. Caso de deformación diferencial en Chalco, Estado de México”, *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, número especial de geología urbana, t. LVIII, núm. 2, pp. 237-250.
- Casey, T. J. (2009). “Iron and manganese in water: Occurrence, drinking water standards, treatment options”, *Aquavarra Research R & D Publications*, paper 3, may.
- Cuchimaque, C., Vargas, L. Y. y Ríos, C. A. (2013). “Remoción de Fe y Mn en aguas naturales por adsorción-oxidación sobre clinoptilolita”, *Rev. Fac. Ing. Univ. Antioquia*, núm. 66, pp. 24-44.
- Domínguez, E. (1996). *Geoquímica del agua salina del acuitardo lacustre y riesgo de contaminación al acuífero subyacente que abastece a la ciudad de México*, tesis de maestría, Coordinación

- General de Estudios de Posgrado, UNAM, tesis y cosechado de repositorio de la Dirección General de Bibliotecas y Servicios Digitales de Información. Disponible en https://repositorio.unam.mx/contenidos/geoquimica-del-agua-salina-del-acuitardo-lacustre-y-riesgo-de-contaminacion-al-acuifero-subyacente-que-abastece-a-la-c-70008?c=pzwwkVz&d=false&q=*&i=4&v=1&t=search_0&as=0
- Domínguez, E., Cabrera, C., Mijangos, F., Gómez, E y Hermosillo, O. (2015). “Determinación de los procesos hidrogeoquímicos participantes en la composición del agua de las fuentes de abastecimiento a pobladores de la delegación Iztapalapa, D.F.”, *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, t. 67, núm. 2, pp. 299-313. México. Disponible en https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-33222015000200013
- Dutta, S. K. y Lodhari, D. R. (2018). Manganese, en *Extraction of nuclear and non-ferrous metals*, pp. 185-191. Singapore, Springer. Disponible en https://doi.org/10.1007/978-981-10-5172-2_15
- Dvorak, B. y Skipton, S. (2007). Drinking water: iron and manganese. Neb Guide published by University of Nebraska-Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources. Disponible en <https://extensionpublications.unl.edu/assets/pdf/g1714.pdf>
- Erdem, E., Karapinar, N. y Donat, R. (2004). “The removal of heavy metal cations by natural zeolites”, *J Coll Inter Sci*, núm. 280, pp. 309-314. Disponible en <https://doi.org/10.1016/j.jcis.2004.08.028>
- Foo, K. Y. y Hameed, B. H. (2010). “Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. A review”, *Chemical Engineering Journal*, núm. 156, pp. 2-10. Elsevier doi:10.1016/j.cej.2009.09.013
- Gerke, T. L. y Little, B. J. (2018). “Manganese”, en White, W. M. (ed.). *Encyclopedia of Geochemistry. Encyclopedia of Earth Sciences Series*. Springer, Cham. Disponible en https://doi.org/10.1007/978-3-319-39312-4_119
- Gómez, E. (2018). *Afectaciones de los lixiviados generados en los relleños sanitarios sobre el recurso agua*, tesis de licenciatura, Universidad Industrial de Santander.
- Gómez, J. L. (s.f.). Subsuelo de la Ciudad de México. Disponible en http://aducarte.weebly.com/uploads/5/1/2/7/5127290/subsuelo_de_la_ciudad_de_m%C3%89xico.pdf (consulta: 15/10/2022).

- Guangji, H., Mian, H. R., Dyck, R., Monhseni, M., Jasim, S., Hewage, K. y Sadiq, R. (2019). “Drinking Water Treatments for Arsenic and Manganese Removal and Health Risk Assessment in White Rock, Canada”, *Exposure and Health*, núm. 12, pp. 793-807. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s12403-019-00338-4>
- Guillén J. R., Jaramillo, A. R., Baquerizo, R. J. y Córdova, R. A. (2021). “Estudio de los procesos de remoción de hierro y manganeso en aguas subterráneas: una revisión”, *Pol. Con.* (núm. 62), vol. 6, núm. 9. DOI: 10.23857/pc.v6i9.3118
- Hernández, J. E., Reyna, L. F., Ortiz, E. y Rojas, S. (s.f). *Isoterma de adsorción de Langmuir*, Tecnológico de Monterrey, Departamento de Química, Campus Monterrey. Disponible en https://www.academia.edu/21616694/Isoterma_de_Adsorci%C3%B3n_de_Langmuir (consulta: 17/10/2022).
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi) (2020). *Censo de población y vivienda 2020*, presentación de resultados, Ciudad de México. Disponible en https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ccpv/2020/doc/cpv2020_pres_res_cdmx.pdf (consulta: 28/10/2022).
- Khadse, G. K., Patni, P. M. y Labhasetwar, P. K. (2015). “Removal of iron and manganese from drinking water supply”, *Sustainable Water Resources Management*, 1, pp. 157-165. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s40899-015-0017-4>
- Lesser, J. M., Lesser y Asociados y Cortés, M. A. (1998). “El hundimiento del terreno en la ciudad de México y sus implicaciones en el sistema de drenaje”, *Ingeniería Hidráulica en México*, vol. XIII, núm. 3, pp. 13-18, Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica-DDF.
- Macías, C., Hiriart, M., Zarco, A. E., Tapia, M. A., Sotomayor, J, Solano, R., Hernández, B., Hjort, E. R. y Espinosa, A. C. (2018). *Estudio sobre el estado actual de mantos acuíferos, la explotación de pozos, el abasto real y la demanda actual y potencial del líquido en la Ciudad de México*, Informe final. Proyecto del Comité Científico de Reconstrucción y Futuro de la CdMx. Disponible en <https://ces.cdmx.gob.mx/storage/app/media/ESTUDIO%20MANTOS%20ACUIFEROS.pdf> (consulta: 25/10/2022).
- Marsal, R. J. y Sáinz, I. (1956). “Breve descripción del hundimiento de la Ciudad de México”, *Bol. Soc. Geol. Mex.*, t. XIX, núm. 2.

- McFarland, M. L. y Dozier, M. C. (2004). “Drinking water problems: iron and manganese”, Texas Cooperative Extension. The Texas A&M University System. Disponible en <https://texaswater.tamu.edu/resources/factsheets/15451ironandman.pdf> (consulta: 20/10/2022).
- Nealson, K. H. y Myers, C. R. (1992). “Microbial reduction of manganese and iron: novel approaches to carbon cycling”, *Appl Environ Microbiol*, vol. 58, núm. 2, pp. 439-443.
- Ortega, A., Rudolph, D. L. y Cherry, J. A. (1999). Analysis of long-term land subsidence near Mexico City: Field investigations and predictive modeling, *Water Resour. Res.*, vol. 35, núm. 11, pp. 3327-3341, doi:10.1029/1999WR900148.
- Petkova, V. (1997). Uso de zeolitas naturales en la remoción de manganeso, *Ingeniería Hidráulica en México*, vol. 12, núm. 3, Instituto Mexicano de Tecnología del Agua, pp. 41-49.
- Rivas, C. F., Núñez, O., Longoria, F. y Gonzales, L. (2014). “Isoterma de Langmuir y Freundlich como modelos para la adsorción de componentes de ácido nucleico sobre WO₃”, *Saber*, vol. 26, núm. 1, Universidad de Oriente, Venezuela, pp. 43-49. Disponible en <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=427739465008>
- Rueda, A. K., Cardoso, J. M. (2021). *Informe Calidad de aguas subterráneas del oriente y sur de la Ciudad de México*, tesis de Maestría, Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Laboratorio de Calidad de Agua del Área de Polímeros, Departamento de Física, División de Ciencias Básicas e Ingeniería.
- Santoyo, E. (s.f.). Historia y actualidad del hundimiento regional de la Ciudad de México. Disponible en <https://tgc.com.mx/tgc/wp-content/uploads/2013/11/art001.pdf> (consulta: 9/10/2022).
- Secretaría de Protección Civil (2014). *Atlas de peligros y riesgos de la Ciudad de México. Actualización de los mapas de riesgo de Iztapalapa*. Disponible en http://www.sadsma.cdmx.gob.mx:9000/datos/storage/app/media/docpub/atlasriesgo/MR_Iztapalapa.pdf (consulta: 12/10/2022).
- Taamneh, Y. y Sharadqah, S. (2017). “The removal of heavy metals from aqueous solution using natural Jordanian zeolite”, *Appl Water Sci*, núm. 7, pp. 2021-2028. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s13201-016-0382-7>

- Tadros, T. (2013). “Adsorption Isotherm”, en Tadros, T. (ed.). *Encyclopedia of Colloid and Interface Science*, Springer, Berlin, Heidelberg. Disponible en https://doi.org/10.1007/978-3-642-20665-8_46
- Tomás, R., Herrera, G., Delgado, J., Peña, F. (2009). “Subsistencia del terreno”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 17, núm. 3, Universidad de Girona, pp. 295-302.
- Ugwu, E. I., Othmani, A. y Nnaji, C. C. (2022). “A review on zeolites as cost-effective adsorbents for removal of heavy metals from aqueous environment”, *Int. J. Environ. Sci. Technol*, núm. 19, pp. 8061-8084. Disponible en <https://doi.org/10.1007/s13762-021-03560-3>

Capítulo 3

La gestión del riego en Santa Catarina del Monte, Texcoco, México

Alma Patricia Montiel Rogel*

Resumen

El presente texto tiene el objetivo de conocer la gestión del riego en la comunidad de Santa Catarina del Monte a partir de sus principales características, contradicciones y pragmatismos. Para ello, en un principio se muestran los rasgos singulares geográficos, culturales y sociales de la comunidad vinculados con la irrigación para, posteriormente, abordar las características de la gestión del riego. La base metodológica del análisis se sustenta en la revisión de archivos históricos, así como en recorridos de campo, observación participativa y la realización de entrevistas enfocadas a actores claves y regantes. De esta manera, fue posible entender la pervivencia de la práctica del riego pese al escenario de creciente explotación hídrica regional.

Palabras claves: Santa Catarina del Monte, riego, bienes comunitarios, gestión del agua.

* Universidad Nacional Autónoma de México, Posgrado en Geografía [patricia_rogel@comunidad.unam.mx] ORCID. 0000-0002-1238-3913

Abstract

This paper analyses the management irrigation water in the community of Santa Catarina del Monte from of its main characteristic, which involve ideas of private property and communal property. For that, it shows the unique geographic, cultural, and social features of the community linked to irrigation and then, the management irrigation water in the community. The methodology is based in reviewing of historical archives, field trips, participative observation, and key interviews. Thereby, it was possible understanding the survival of the agricultural practice of irrigation despite the scenario of increasing regional water exploitation and contradictions in the uses.

Keywords: Santa Catarina del Monte, communal property, management irrigation water.

Introducción

La región hidrológico-administrativa XIII (Aguas del Valle de México) cuenta con el grado de explotación más alto del país: 141.1%, lo que refiere a estrés hídrico, pues las estimaciones de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) consideran que una región con balance hídrico debe presentar un porcentaje igual o menor a 40%, es decir, se supera el límite por más de 100%. Al mismo tiempo, esta región presenta una de las menores recargas medias anuales al registrarse 2,330 hm³/h y, paradójicamente, es la de mayor concentración poblacional del país con cerca de 23.55 millones de habitantes (Conagua, 2019). Las proyecciones de este organismo para 2030 son poco alentadoras, pues calcula que el nivel de estrés hídrico pase a casi 150%, situación que señala un crecimiento de la escasez de agua.

En este escenario resulta entendible que se concentre el consumo de agua en determinados rubros. En el área oriente del Valle de México, las concesiones se enfocan en usos industriales, domésticos y públicos. Sin embargo, llama la atención el fenómeno que actualmente ocurre en el municipio de Texcoco, pues se observa que las concesiones de agua se concentran mayormente para abastecer la demanda agrícola.

En Texcoco, 78.42% del volumen total concesionado de agua superficial (manantiales) está asignado para el aprovechamiento agrícola.

Tan sólo 57.49% del total es utilizado por la “Unidad de Riego Coxcahuaco”, que se integra por siete comunidades.¹ Por el contrario, 21.58% del total se concesiona para uso público-urbano. Para el caso de las concesiones de agua subterránea (pozos), 42.89% del volumen total está adjudicado para el uso agrícola, 38.03% para diversos usos y 15.94% para aprovechamiento público-urbano. En este punto, también es relevante mencionar los mecanismos de gestión de agua (REPGA, 2022).²

El ayuntamiento posee ocho pozos para distribuir agua potable en las colonias de la cabecera municipal, lo que muestra un manejo centralizado del recurso, mientras que en las zonas más alejadas, como en las comunidades de la montaña, existen comités de agua potable y de riego independientes que mantienen la gestión de la infraestructura y de la administración a partir de reglamentos, representantes y cuotas locales (Sánchez, 2017; Aguilar, Rivero e Inoue, 2011).

De estos dos aspectos se infiere la preponderancia del uso agrícola del agua en el municipio, al igual que el papel de la gestión comunitaria del recurso, ya que los habitantes asumen la administración de los comités. No obstante, es constatable la creciente escasez de agua potable en el municipio y el aumento de su necesidad. En este sentido, llaman la atención los mecanismos que existen en algunas comunidades en Texcoco para la pervivencia del riego. Tal es el caso de Santa Catarina del Monte, una comunidad situada en la zona montañosa del municipio. Debido a su carácter de “comunidad tradicional de usos y costumbres”, es decir, con sistemas de autogobierno basados en estructuras normativas anteriores a la Colonia que han persistido y adaptado en la

¹ La Unidad de Riego del Río Coxcahuaco se integra por siete comunidades de Texcoco: San Jerónimo Amanalco, San Miguel Tlaixpan, La Purificación Tepetitlán, San Juan Tezontla, San Joaquín Coapango, Santa Cruz Mexicapa y Santa Inés. Cuenta con un título de concesión por 5,629,824 m³ de agua por año desde 1996, aunque la historia del manejo del agua es más antigua al tener antecedentes que datan de la época mesoamericana y colonial. Llama la atención que es la segunda concesión de agua con mayor volumen, tan sólo detrás de la concesión otorgada al ayuntamiento de Texcoco para usos público-urbano del centro urbano del municipio (8,066,646 m³ por año) (Montiel, 2022 y Birrichaga, 2005).

² El Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) es una base de datos a nivel nacional sobre el registro público de derechos del agua de Conagua, en la que es posible localizar los títulos de concesión que incluyen: nombre del titular, fecha de concesión, volumen anual, tipo de cuerpo de agua y ubicación.

larga duración,³ la administración de los bienes hídricos, tanto para uso potable como de riego, se basa en estructuras sociales autónomas del gobierno municipal, estatal o federal.

En especial, el objetivo de este trabajo es conocer la gestión del riego en donde se mezclan ideas de propiedad privada con propiedad comunal. A pesar de esta aparente contradicción, hasta el momento es útil para asegurar la continuidad del riego en la comunidad. Para abordar tal propósito, el capítulo se dividió en dos secciones. La primera presenta los rasgos singulares espaciales, poblacionales, culturales, algunos puntos de la historia y de la organización social de la comunidad de Santa Catarina del Monte respecto al riego. La segunda detalla las características de la gestión del riego.

El presente análisis se basó en el trabajo de campo en la comunidad mediante la realización de 12 entrevistas a representantes, habitantes y usuarios regantes desde agosto a octubre de 2022; así como recorridos a los manantiales, zonas de cultivo y principales barrios de la comunidad. De igual forma, se revisaron documentos históricos del Archivo Histórico del Agua, del Archivo Histórico Agrario y del Archivo General de la Nación para entender los cambios en la gestión del agua. En las referencias a las entrevistas se colocaron solamente las iniciales, con el propósito de guardar la anonimidad de los informantes.

Por otro lado, las investigaciones hechas hasta el momento sobre Santa Catarina del Monte se enfocan en: el papel económico y social de los recursos forestales (González, 1993 y Rodríguez, Zapata y Vázquez, 2012), los saberes tradicionales en el consumo de alimentos silvestres (Rodríguez, Vázquez y Martínez, 2012); en temas culturales como las artesanías (Rivera, Gutiérrez y Espinosa, 2015), la ceremonias de petición de agua (Madrigal, Manzanares y Martínez, 2015), la organización de las festividades religiosas (López, 2008) y el valor de los grupos musicales (orquestas de viento) (Sánchez, 2012). Los recursos forestales y culturales son los que mayor atención captan en los análisis académicos. Por esta razón, la aportación del presente trabajo se encuentra en indagar la

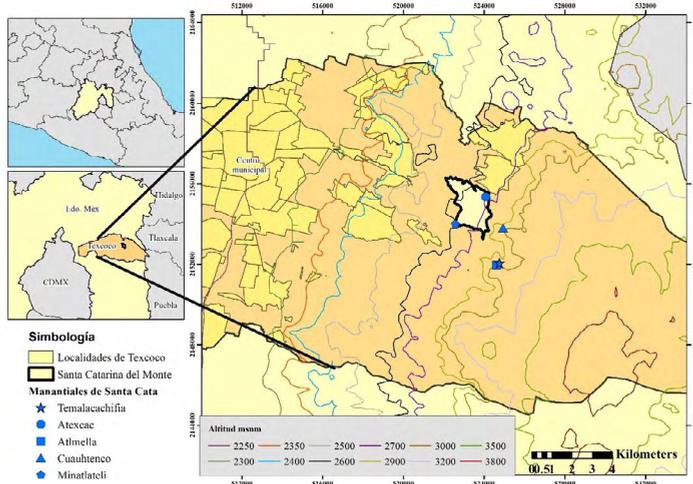
³ Actualmente, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos reconoce, en el art. 2, la libre autodeterminación y autonomía de las comunidades indígenas de México. Esto tras las demandas y luchas armadas de los pueblos indígenas de finales del siglo pasado del sureste mexicano, especialmente con el levantamiento del Ejército Zapatista de Liberación Nacional (EZLN) en 1994. Véanse Gómez (2005) y Volpi (2011).

presencia de otra práctica relevante en la comunidad vinculada al agua, así como esclarecer su sobrevivencia pese a las contradicciones existentes en su manejo y la creciente escasez regional del agua.

Santa Catarina del Monte: un pueblo en la montaña de Texcoco

En términos geográficos, la comunidad de Santa Catarina del Monte se localiza en la zona de mayor altitud, alrededor de los 2,550 a 2,750 msnm, por lo que su relieve es mayoritariamente montañoso (Mapa 1). Esta topografía incidió en la conformación de terrazas agrícolas a lo largo del territorio (Figura 1). Sin embargo, debido al tipo de suelo susceptible a la erosión –tipo litosol– y las pendientes pronunciadas, la práctica agrícola es menor que en la parte baja del municipio. También, hay una mayor presencia de suelo desnudo y pastizales inducidos que recuerdan el establecimiento de grandes ranchos en la zona durante los siglos XVIII y XIX. Por otro lado, la comunidad cuenta con cuatro manantiales: “Atlmella”, “Temalacachifia-Minatlatelli”, “Cuauhtenco” y “Atexcac” (Figura 2) utilizados para consumo humano, a excepción del último que simultáneamente abastece el uso doméstico y el de riego.

Mapa 1. Ubicación de la comunidad de Santa Catarina del Monte



Fuente: elaboración propia.

Figura 1. (1) Vista desde el sureste en donde se aprecia la sierra Xoloteco y las diferentes pendientes y (2) Vista desde el noreste en que se observa una milpa y al fondo parte del monte Tláloc



Fuente: Archivo propio [7/09/2022].

Figura 2. Vista de los manantiales más visibles (1) Manantial Atlmella, (2) Manantial Atexcac



Fuente: Archivo propio [17/09/2022].

Tal relieve es un elemento importante en la identidad de los habitantes: “lo que más me gusta [de Santa Catarina] es la naturaleza, la presencia de flora y fauna nos hacen una comunidad única en eso. El clima me gusta mucho a pesar de ser de montaña. Hay una vista única que he

podido comparar con otras altitudes y es lo que más me ha agradado” (entrevista a R.V., jefe de faena). “Lo que más me gusta [del pueblo] es el monte, lo que da el monte como agua, frescura, hongos que preparas unos platillos riquísimos y otras cosas que no encuentras más abajo [en la cabecera municipal]” (entrevista a F.L., curandera).

Por otro lado, en cuestiones poblacionales, de acuerdo con el Censo de Población y Vivienda 2020 del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi), se contabilizaron 5,599 habitantes, de los cuales 2,772 eran hombres y 2,827 eran mujeres, lo que refiere a una comunidad relativamente pequeña en comparación con otras del municipio (Inegi, 2020). Esto es resultado, en parte, de prohibir la venta de terrenos a personas externas a la comunidad. De tal manera que la única vía para construir una vivienda es por medio de emparentarse con alguien originario. El oriundo conserva 100% de los derechos de propiedad del terreno o vivienda en caso de divorcio, sin importar el género (entrevista a J.C., delegado principal). Este fenómeno de posesión de propiedad basada exclusivamente en la herencia es fundamental para entender cómo coexisten ideas de manejo comunal y privado en el riego, como se verá más adelante. Por otro lado, los habitantes se consideran integrantes de una comunidad indígena, así lo demuestran en la introducción al Reglamento Comunitario de Santa Catarina del Monte:

[...] nos reconocemos y asumimos como una comunidad indígena descendiente de la cultura nahua que formó parte del Anáhuac prehispánico [...] En el reconocimiento de nuestra historia de la conformación como comunidad indígena, resaltan las raíces culturales, expresadas en diversos elementos que son parte de la identidad, que nos han permitido vivir en comunidad, logrando mantener y conservar nuestro modo de vida, costumbres y tradiciones, que son los pilares de la comunidad: tierra comunal, asamblea comunitaria, cargos comunitarios, faenas y fiestas (2003:2-4).

En este sentido, es posible entrever el carácter comunitario y el papel identitario que tienen los diferentes comités de la comunidad, incluidos los del agua. La comunidad agraria se encuentra integrada por 1,736 hectáreas de tierras de diversas cualidades, mismas que están delimitadas desde 1966, cuando se otorgó el plano definitivo y último deslinde (DOF, 1966). El ejido y tierras comunales se dotaron de la ex hacienda

de Chapingo (DOF, 1927 y Birrichaga, 2003). A pesar de esta superficie agrícola, estas tierras dependen del temporal. El riego se realiza en las propiedades privadas familiares, contándose alrededor de 25 familias dedicadas a esta actividad.

El riego es una práctica que data, al menos, del posclásico mesoamericano (alrededor de mediados del siglo XV), durante las gestiones del tlatoani Nezahualcóyotl, cuando dirigió la construcción de la infraestructura hidráulica en la parte alta de Texcoco con acequias y caños para encauzar el agua hacia las terrazas agrícolas en la parte baja. En la comunidad se cuenta con el resto arqueológico *Cuacoasco*, un reservorio de argamasa de esta época. Por otro lado, algunos testimonios de finales del siglo XVI refieren que las actuales comunidades de la montaña, incluida Santa Catarina, eran “cruzando las acequias del *Tezcutzinco*,⁴ hay caseríos de indios dispersos entre los cerros dedicados a la tierra [...] y sitios de zona baldía [donde] se aprovechaban de allí los naturales en común, de leña” (AGN, Fondo Tierras, Vol. 2726, Exp. 8, f. 103). Tal vez esta es una de las referencias más antiguas del aprovechamiento comunitario de los recursos naturales en la zona de estudio.

Por otro lado, la fundación de la comunidad se puede rastrear durante la Colonia dentro del contexto de la creación de las haciendas en la región y la necesidad de congregar a los grupos indígenas en pueblos (Ramírez, 2006). De esta manera, las autoridades españolas crearon la figura de los barrios de indios, pequeñas unidades territoriales cercanas a los polígonos de las haciendas para fungir como la principal mano de obra, al tiempo que eran evangelizados.⁵ En el área de la comunidad se

⁴ Se refiere a la zona arqueológica comúnmente llamada “Los baños de Nezahualcóyotl”, ubicada en San Nicolás Tlaminca, una comunidad más abajo de Santa Catarina del Monte. Este sitio fue denominado por los españoles como la “Atenas del mundo prehispánico”, debido a la muestra de ingeniería hidráulica, estudio de la botánica, observación del cielo y culto al agua (Parsons, 2002).

⁵ El gobierno colonial se dividió en dos estructuras socio-territoriales: la república de indios y la de españoles. Ambas compartieron las mismas autoridades superiores y normas jurídicas comunes. Sin embargo, cada una tenía sus propios cabildos. Los pueblos de indios se crearon para facilitar el cobro de tributos, de uso como mano de obra y de evangelización. Por su parte, los pueblos de españoles reunían a los europeos como los encomenderos, los terratenientes, los comerciantes y los funcionarios reales (Levaggi, 2001 y Choque, 2016). Los barrios de indios dependieron de la administración de los pueblos de indios que fueron más grandes en

construyó parte de la hacienda de Chapingo a inicios del siglo XVIII. Su extensión abarcó desde la parte baja del municipio, hasta la parte alta, por lo que fue una de las más grandes de la región.⁶ Por ello, los jornaleros de esta hacienda, en la parte alta, fueron las familias indígenas establecidas en Santa Catarina y otros pueblos.⁷ De este contexto histórico data un arco-acueducto existente en la comunidad que sirvió para desviar el cauce natural del río para surtir de agua a la hacienda.

Las haciendas y las obras hidráulicas de riego coloniales, incluidas las de Santa Catarina, sobrevivieron hasta inicios del siglo XX, pues debido a la inestabilidad económica y política de gran parte del siglo XIX, la administración del agua era responsabilidad principalmente de los gobiernos locales, los cuales estaban vinculados con los grandes caciques de los pueblos y dueños de las haciendas. Por otro lado, la desamortización no era clara en el tema del agua, por lo que su administración siguió en manos locales (Aboites, 1998 y 2004). El punto de quiebre en la gestión del agua y de la tierra en el ámbito local se daría hasta la posrevolución, momento en que comenzó la dotación de terrenos a las comunidades de las grandes haciendas adyacentes, como Santa Catarina del Monte con la hacienda de Chapingo.

Durante el siglo XX, Santa Catarina vivió un proceso que es posible llamar de modernización con la fundación de escuelas, la construcción

términos territoriales. Santa Catarina del Monte fue un barrio de indios durante la Colonia, sujeta al pueblo llamado La Purificación.

- ⁶ Aunque la Hacienda de Chapingo fue construida a finales del siglo XVII y principios del XVIII por Antonio de Medina y Picazzo con una extensión de 2,683 ha, su extensión máxima la obtuvo cuando fue vendida a la Compañía de Jesús junto con otras cuatro haciendas en los límites de la ciudad de Texcoco. Con estos terrenos se formó la Hacienda de la Concepción Chapingo, por lo que alcanzó una extensión de 9,789 ha. Este tamaño lo conservó hasta principios del siglo XX, gracias a las administraciones de la familia Vivanco, próspera por sus inversiones en minería, quien la adquirió desde 1776; así como por el mantenimiento que realizó Manuel González, compadre de Porfirio Díaz, desde su compra a finales del siglo XIX (Wobeser, 2019).
- ⁷ A finales del siglo XVIII e inicios del XIX, la hacienda obtuvo su mayor esplendor a costa del control riguroso de su extenso tamaño y de los bienes naturales para su funcionamiento: la tierra y el agua. En estos años se registraron más quejas de la comunidad de Santa Catarina contra la hacienda debido a que los administradores destruían sus sementeras y robaban hachas, coas, ayates, entre otros materiales de labor (AGN, Criminal, vol. 194).

de la carretera con el centro de Texcoco, la introducción de autotransporte y de energía eléctrica a mediados del siglo, así como los proyectos de pavimentación a finales del siglo. En la comunidad hay distintos tipos de sistemas de cultivo como la huerta diversificada,⁸ el invernadero de flores y de jitomate,⁹ y la parcela combinada de agricultura-ganadería-comercio.¹⁰ Algunas de éstas dependen del temporal y otras reciben riego de los manantiales “Atexcac”.

En términos culturales sobre el riego, la comunidad celebra la *Apantla*, una ceremonia para rendir culto al agua y agradecer a los dioses por otorgar el vital líquido que emana de los manantiales. La traducción nahua de esta festividad es “el caño se limpia”, el cual se realiza el lunes después de terminada la Semana Santa. Para ser exacto, después del miércoles de ceniza se cuentan dos viernes y el siguiente lunes se lleva a cabo la ceremonia, por lo que puede realizarse en febrero o en marzo. La principal actividad es hacer una faena para limpiar los principales caños de riego de la comunidad y posteriormente llevar ofrendas a los manantiales de agua, principalmente al Atexcac. La ceremonia finaliza con una misa en los manantiales, así como una convivencia con todos los habi-

⁸ La huerta diversificada cubre una superficie promedio de 200 m², dedicadas a cultivos de flores, de frutos, de hortalizas y algunas veces plantas medicinales. Los productos cubren una pequeña parte del consumo familiar. Asimismo, el manejo del agua y de la tierra se basa en mecanismos rudimentarios. El huerto se ubica al interior del polígono de la propiedad privada de la familia en donde los integrantes cubren las actividades de deshierbe, siembra, fertilización y riego, considerando estas actividades como una forma de recreación (Gaytán *et al.*, 2001 y García *et al.*, 2016).

⁹ Los invernaderos son estructuras que abarcan desde los 400 a 800 m². El núcleo familiar es el encargado de trabajarlos, aunque también se recurre a contratar jornaleros durante algunos meses del año. Los principales cultivos son flores como crisantemo, margarita, eleonora, azucena, rosa, noche buena, agapando y jitomate saladet (Filio y Vera, 2015). Los productores acuden a los centros de distribución en la Ciudad de México y Ecatepec para vender sus flores o sus cosechas de jitomate. Igualmente, debido a la condición de ciclos cortos de cultivo, las familias pueden dedicarse a labores no agrícolas para aumentar sus ingresos económicos.

¹⁰ Las parcelas de agricultura-ganadería-comercio integran estas tres actividades en donde resalta la crianza de borregos, cerdos, gallinas, al igual que la producción de maíz y avena forrajeras. El principal objetivo es mantener la crianza de ganado para su posterior venta a dueños de corrales dedicados a la engorda en pequeña y mediana escala (Flores y Ojeda, 2015).

tantes en la plaza principal (Observación participativa, 2022; Madrigal, Manzanares y Martínez, 2015).

En este mismo aspecto cultural, existe la creencia de la presencia de *teochis* o *ahuaques*, que son espíritus o entidades que viven en el agua, en particular en los manantiales debido a que se considera la entrada al *Tlalocan* (inframundo en el que viven junto con *Tláloc*, deidad mesoamericana del agua y su esposa *Chalchihuitlicue*). Su principal tarea es ayudar a la deidad del agua en la distribución de lluvia a las zonas de cultivo (Lorente, 2011; Montiel, 2021). Por otro lado, tienen la capacidad de robar la esencia de las cosas o de las personas para llevarla a su mundo, por lo que hay diversos relatos y experiencias entre algunos de los habitantes de cómo sus familiares cercanos sufrieron la pérdida de su espíritu: “Mi amigo y vecino comenzaron a sentirse mal por el hecho de que habían sumergido su cara en el arroyo. Se empezaron a sentir mal, veían cosas que nosotros no. Algunos decían que estaban locos, pero lo que pasó es que se llevaron sus espíritus” (entrevista a F.G., regante del “Atexcac”). En este contexto, junto con la *Apantla*, los habitantes rinden culto a los *teochis*, que viven en los manantiales para solicitar la petición de agua para sus cultivos.

Por último, en torno a la organización social, es relevante mencionar que la comunidad se organiza en dos ramas: la religiosa y la civil. La primera es exclusiva de fiscales y mayordomos de la iglesia, en donde la población participa con la cooperación y administración de siete fiestas anuales.¹¹ La otra rama es la civil, conformada por la delegación, máximo gobierno integrado por tres delegados titulares y suplentes, Consejo de Participación Ciudadana (Copaci) encargada de la gestión de espacios públicos, la guardia civil enfocada al tema de seguridad, el comité de bienes ejidales, el comité de bienes comunales y los comités de agua.¹²

¹¹ Las fiestas anuales por orden de calendario son: 1) el 1 de enero dedicado a la Virgen de Guadalupe; 2) 10 de enero consagrado a San Sebastián; 3) el 19 de marzo dirigido a San José; 4) en marzo o abril se realiza la *Apantla*; 5) 13 de junio festejado a San Antonio; 6) el 16 de agosto dedicado a San Salvador, y 7) el 25 de noviembre consagrado al santo patrono (Santa Catarina Mártir).

¹² Normalmente, los comités de bienes comunales se dedican a proteger la zona de uso común en los bosques y montes, mientras que los comités de bienes ejidales se enfocan a gestionar y administrar las parcelas ejidales de uso agrícola. Sin embargo, en la comunidad, el comité de bienes comunales se particulariza por administrar los

Dentro de la Copaci también se encuentra la figura de los jefes de faena que son elegidos entre los habitantes en común acuerdo con la delegación. El jefe de faena se encarga de supervisar los trabajos colectivos como limpiar calles y caños, lavar cisternas de agua, hacer caminos, reforestar, entre otros. En total, hay 56 jefes de faena por cada subzona de la comunidad, demarcación territorial y administrativa de Santa Catarina. Tanto la gestión religiosa, como la cívica, muestran la existencia de un denso tejido social comunitario en que intervienen decisiones horizontales y verticales para el funcionamiento de la comunidad. En él se incluye la gestión del riego por la organización religiosa de la fiesta de la *Apan-tla*, así como las faenas que se llevan a cabo en la infraestructura de riego (Reglamento Comunitario, 2013 y entrevista a R.V., jefe de faena de la subzona de Atexcac).

Después de esta revisión general, es posible observar una relación espacial, social, cultural, histórica y organizativa de la comunidad con su riego. A continuación, se analiza la gestión del riego, que mezcla ideas de propiedad comunal con propiedad privada que ha funcionado para asegurar la continuidad del riego.

Entre lo comunal y lo privado: el riego en Santa Catarina del Monte

Antes de analizar la gestión del riego en la comunidad, resulta relevante problematizar las ideas de propiedad privada y propiedad comunal vinculadas con el manejo de recursos naturales. Hablar de estas dos perspectivas invita a reflexionar sobre los trabajos de Garret Hardin y Elinor Ostrom.¹³

recursos y el territorio dentro del polígono poblacional, es decir, en los diferentes barrios y el comité de bienes ejidales se encarga de la protección del bosque y del monte.

¹³ Cabe mencionar que estos debates sobre la propiedad privada y la comunal tienen como antecedentes los trabajos de juristas y economistas del siglo XIX. A partir de las leyes de cercamiento y privatización de tierras agrícolas en Europa de finales del siglo XVIII, diversos autores afirmaron que el avance normal de la sociedad se daría con la propiedad privada. Sin embargo, otros autores como Maine, Laveleyve, Morgan, Chayanov y el propio Marx cuestionaron estas posturas, analizando el funcionamiento de comunidades organizadas en Asia, América y Europa. Ostrom cita a tales autores en sus obras para constituir su aportación de los bienes comunes.

El primero publicó en 1968 el texto *La tragedia de los comunes*, donde postuló tres ideas principales. En primer lugar, el crecimiento demográfico exponencial es la causa del agotamiento de los recursos finitos, una postura que recuerda las teorías de darwinismo social, las cuales están superadas. Por esta razón, continúa Hardin (2005), la gestión comunal de los recursos conduce a la tragedia debido a la falta de control sobre el uso. Por último, propone la solución de basar la gestión de los recursos desde la propiedad privada emparejada con la herencia legal.

Hoy existe una gran cantidad de investigaciones desde la geografía crítica contra el primer postulado, con Neil Smith (1982; 1984) y David Harvey (1982; 1984) a la cabeza. Algunos otros aportes se encuentran en Ciriacy-Wantruo y Bishop (1975), quienes distinguieron entre la propiedad de todos, mostrada por Hardin, y la propiedad privada comunal. En la primera hay una ausencia de propiedad, mientras que la segunda es una variable de propiedad privada, pero colectiva, en la que se usa algo en común con otros. Por otro lado, Elinor Ostrom, en su libro *El gobierno de los bienes comunes*,¹⁴ de inicios del siglo XXI, realizó una compleja crítica a Hardin centrándose en el segundo y tercer postulados.¹⁵ En esta misma línea son valiosos los trabajos de Robert Wade (1994) y Paul Trawick (2001). El primero buscó entender las diferencias en la organización comunitaria de las localidades del sur de la India pese a la presencia de una cultura homogénea. Encontró que las variaciones de escasez en fenómenos como la agricultura de riego originan la organización

¹⁴ Ostrom define ocho estrategias de “buenas prácticas” para asegurar a largo plazo el aprovechamiento de los bienes comunitarios: 1) Definición de usuarios y de fronteras del recurso; 2) Congruencia en la apropiación y provisión de los recursos; 3) Arreglos de elección colectiva; 4) Monitoreo de los recursos y de los usuarios; 5) Sanciones graduadas; 6) Mecanismo de resolución de conflictos; 7) Reconocimiento básico de derechos, y 8) Creación de entidades anidadas.

¹⁵ El trabajo de Hardin obtuvo una rápida difusión y amplia aceptación en grupos políticos debido a sus postulados expuestos con metáforas simplistas, los cuales fueron la base de argumentos para explicar el incremento de la pobreza y la falta de seguridad de los derechos de propiedad en países en vías de desarrollo. Ostrom acusó este trabajo de errores teóricos y metodológicos que buscan ser generalizados sin un trabajo empírico detrás, aunque reconoció la ambivalencia en los procesos de conservación y deterioro de los bienes naturales comunitarios. Por ello, más que explicar un modelo de gestión hegemónico, expuso las posibilidades reales de la administración comunitaria (Merino, 2014).

comunitaria de los recursos. Mientras que Trawick se acercó a la gestión comunitaria del caso Andino. Él asume que la base del manejo de los recursos se encuentra en una moral que mezcla la tradición y la equidad.

Un punto en común de estos autores es la preponderancia de los estudios en lengua inglesa. En este sentido, cabe mencionar que actualmente no existe un consenso total en las ciencias sociales sobre las especificidades del término de los *commons* para el contexto de países hispanohablantes debido a las ambigüedades conceptuales y posturas políticas implicadas. Algunos de los términos utilizados en la extensa bibliografía son la propiedad comunal, el bien común, el bien comunal, los comunes y los bienes comunitarios. En este texto se prefiere la referencia a la propiedad comunal, pues los otros términos se pueden confundir con títulos de posesión de tierra que se encuentran en la legislación nacional, mientras que propiedad comunal es un concepto más abarcador. Después de la revisión bibliográfica realizada por los investigadores Ana Gutiérrez y Flavio Mora (2011), más allá del debate lingüístico que engloba este concepto, es posible reunir en tres categorías la aplicación del término propiedad comunal en los estudios contemporáneos latinoamericanos.

En un primer grupo, la propiedad comunal se refiere a recursos con características básicas singulares, de acuerdo con Flórez (2008) y Barlow (2004). En un segundo grupo se conceptualiza por la existencia de una relación social entre los recursos y la comunidad. Aquí se encuentran los textos de Ostrom (2000), Trawick (2001) y Helfrich (2008). Por último, en un tercer grupo, se analiza como plataforma para generar propuestas políticas y críticas al sistema mercantilista imperante. En esta perspectiva se presentan los trabajos de Bollier (2001), Lindayati (2000) y Brand (2008).

A grandes rasgos, la gestión del riego en Santa Catarina del Monte se puede analizar desde los trabajos del primer y segundo grupo, es decir, los regantes reconocen cuáles son los recursos hídricos que consideran como propiedad comunal (primer grupo), por lo que han construido estrategias para asegurar que el agua llegue a cada uno de los usuarios (segundo grupo). Sin embargo, la tierra en la que riegan no es comunal, sino privada, cuya principal característica es que sólo se puede adquirir mediante herencia, lo que Hardin apuntó como su alternativa en la gestión de recursos. En esta comunidad, los regantes son propietarios privados que heredaron terrenos con riego desde tiempos inmemoriales. Al

no existir la idea de compra-venta de terrenos en la comunidad, la práctica del riego representa una parte de la herencia dentro de la propiedad privada familiar. No obstante, los regantes adquieren una actitud comunal para transportar el agua hasta los cultivos, por lo que acordaron reglamentos y estrategias de gestión colectivas. Una vez que el agua llega a cada regante, los usuarios deciden cómo regar, qué cultivar y cuánto cultivar. Esto se diferencia de otros modelos de gestión completamente comunitarios.¹⁶ En ellos hay acuerdos que involucran la captación, la distribución y el uso del agua a escala individual. Por esta razón, los regantes deben hacer adaptaciones para cambiar la técnica de riego o limitar la superficie cultivada dentro de sus propiedades, las cuales también suelen tener características comunales al pertenecer a ejidos. Estos elementos se verán con detenimiento a continuación.

El actual sistema de riego “Atexcac” se constituye de 25 regantes, quienes se reunieron para conformar el comité de agua de riego en la década de 1980. Anterior a estos años, la comunidad se constituía de parcelas de siembras de maíz, haba y alverjón en terrenos de propiedad comunal de tipo ejidal que recibían agua para el riego de los cuatro manantiales ya mencionados. No obstante, debido al crecimiento poblacional y los cambios en la legislación agraria, este tipo de propiedad se distribuyó entre las familias, aunque algunas destinaron parte de los terrenos para sus cultivos.

De acuerdo con los archivos históricos, en abril de 1982, el Comisariado Ejidal, Comité de Vigilancia y los vecinos solicitaron a la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos una petición para que los manantiales “Atlmella” y “Minaxtlatelli”: “aguas que se han venido aprovechando desde que se fundó el pueblo para el riego agrícola y abrevadero; ahora pretendemos que se nos conceda dicha agua entubarla para uso doméstico” (AHA, Aguas superficiales, C. 2310, Exp. 31934, f. 2). En la diligencia se incluyó un padrón de firmas de conformidad con la petición de 260 usuarios ejidatarios y comuneros que utilizaban el agua para el riego.

¹⁶ Los hallazgos de Trawick señalan que los regantes utilizan una técnica de riego uniforme en sus cultivos. En el municipio de Texcoco hay otros sistemas de riego que procuran homogeneizar procedimientos para regar y trabajar las zonas de cultivo, sobre todo los que se localizan en la parte baja dentro de los ejidos.

En 1991 se solicitó a la Conagua el mismo trámite, pues “240 usuarios, un total de habitantes, nos estamos quedando sin agua. Le manifestamos que nos tome en cuenta la petición que le pedimos, que de ser posible nos permita tomar por medio de bombeo parte de un manantial denominado Atexcac” (AHA, Aguas superficiales, 3728, Exp. 58835, f. 5). Ambos expedientes muestran que, para finales del siglo XX, el agua para uso doméstico no era suficiente para la población, por lo que fue necesario cambiar el aprovechamiento del agua de riego a uso potable, algo que sin duda refiere al crecimiento demográfico y la escasez de recursos. Dentro de este mismo argumento, el principal delegado de la comunidad para el periodo 2021-2023 comentó:

Conscientemente la gente sabe de que no tenemos para agua potable y que se tenía que quitar la del riego. Igual donde antes se regaban los terrenos, ya hay construcciones que se siguen regando con el agua de lluvia o con permisos para agarrar agua de los otros manantiales que son para consumo potable. Eran terrenos de siembra y se empezaba el riego en enero para sembrar en febrero o marzo y en mayo o junio ya teníamos elotes. Se pedía el agua en esos tiempos para regar (entrevista a J.C., delegado principal).

Tal parece que la cuestión poblacional y escasez del recurso fue un aspecto central del cambio en el uso del agua. Sin embargo, también mencionó:

[...] antes los manantiales no estaban entubados, se entubaron hace más de 30 años por medio de faenas. Cada uno nos tocó rascar como 30 metros para meter el tubo [...] Antes el agua para tomar se traía desde los manantiales con garrafones y antes, los abuelos, con jarros de barro. Los señores de dinero iban con sus caballos para traer más agua [...] Se nos hizo más fácil entubar el agua para no ir hasta los manantiales (entrevista a J.C., delegado principal).

En este sentido, en experiencia del delegado, el proceso de entubar los manantiales respondió a la necesidad de evitar el desgaste físico de acudir hasta las fuentes de agua para obtener el recurso. Con ello, es posible advertir que este tipo de decisiones responden a fenómenos multicausales. Aun cuando se requiere una investigación más exhaustiva sobre

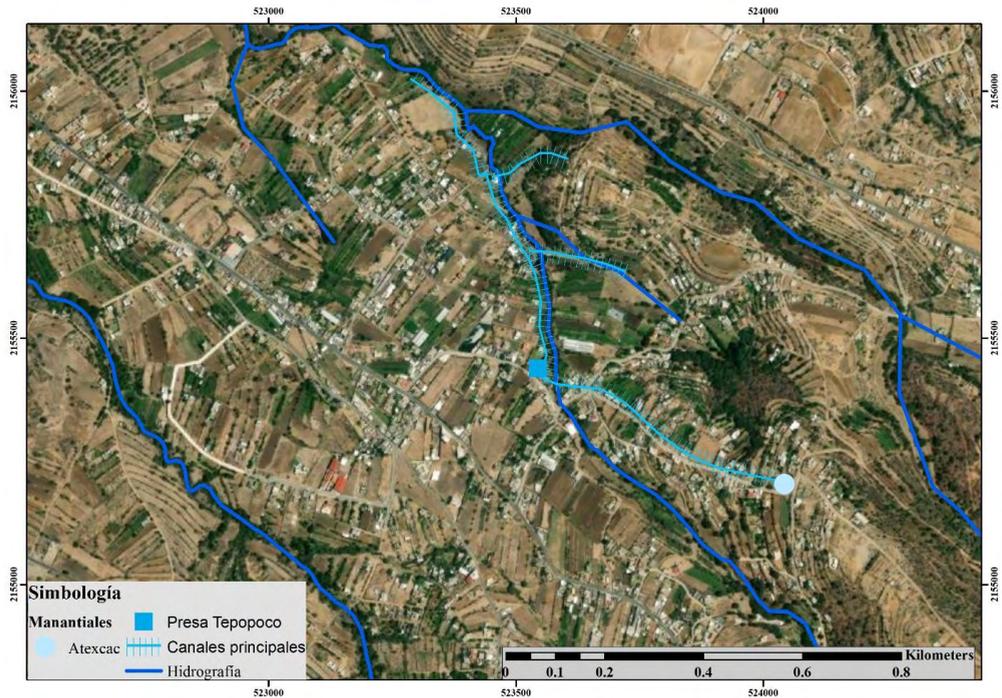
las causas de escasez de agua en la comunidad, ciertamente existe un problema de falta del recurso que llevó a priorizar el consumo doméstico.

Dado este contexto, cabe cuestionarse cómo es posible mantener el riego cuando cada vez es más escaso el recurso hídrico en la comunidad. Desde finales del siglo XX los propietarios con parcelas agrícolas cercanas al manantial Atexcac se organizaron para seguir manteniendo el agua para fines de riego. Para ello, construyeron una gestión de riego comunal que se basa en: 1) Reconocimiento del sistema de riego y sus usuarios; 2) Autonomía y vinculación; 3) Definición de derechos mínimos; 4) Realización de actividades cíclicas (distribución del riego, mantenimiento, monitoreo y rendición de cuentas); 5) Resolución de conflictos, y 6) Aplicación de sanciones. Sin embargo, una vez que el agua llega a la propiedad privada de los regantes, cada uno de ellos decide cómo regar, cuánto regar y qué tipo de cultivo sembrar. Aquí, como se entiende del trabajo de Hardin sobre propiedad heredada, el regante toma decisiones individuales para aprovechar el agua con el fin de asegurar la herencia de un terreno lo suficientemente fructífero para continuar con la práctica del riego.

De acuerdo con el reglamento de la comunidad y las entrevistas realizadas a los actores claves del riego, se reconoce que los recursos de propiedad comunal para la agricultura se constituyen por el sistema de riego “Atexcac”. Éste se conforma por el manantial del mismo nombre, así como la infraestructura involucrada en la captación, el almacenamiento en la presa Tepopoco y la distribución con ayuda de canales principales que transportan el agua hasta la propiedad de cada regante (Mapa 2). A este sistema sólo tienen acceso los habitantes del barrio donde se localiza el manantial, lo que reduce el derecho del riego a 25 usuarios: “Hace un tiempo había vecinos del barrio de al lado que querían agua, pero como no tenían canales, aunque dijeron que los iban a construir y estaban más allá del ‘Atexcac’, en asamblea se decidió negar el derecho” (entrevista a F.G., usuario del “Atexcac”). En este sentido, los usuarios identifican los límites de su sistema de riego y, a la vez, quiénes pueden o no tener agua de este manantial.

La comunidad es autónoma en el control de sus recursos hídricos, pues no hay una intervención de instituciones gubernamentales o privadas en el funcionamiento del sistema de riego. Sin embargo, el comité ha construido una articulación institucional al exterior de la comunidad

Mapa 2. Canales principales del sistema de riego Atexcac



Fuente: elaboración propia.

con el propósito de generar resiliencia debido a las transformaciones socio-ambientales regionales. La primera escala se encuentra a escala local-municipal a partir de la creación de programas que buscan introducir cultivos adecuados a la zona y de menor consumo de agua. La segunda escala está a nivel intermedio-regional con la vinculación de la Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM) o la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), entre otras, para la creación de cursos-taller sobre el aprovechamiento del agua, hasta redes con otros comités de agua dentro del área oriente de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) para realizar encuentros que buscan compartir experiencias y generar mecanismos de cooperación. “Nosotros como comité no estamos solos, tenemos el apoyo del municipio y de otros compañeros que están en otros lados; contamos con ellos para mejorar nuestra adminis-

tración del agua y yo creo que ellos también saben que acá andamos” (entrevista a H.C., presidente del “Atexcac”).

En la gestión hay un reconocimiento mínimo de los derechos mediante los acuerdos aceptados en la asamblea. Cada usuario tiene voz y voto en ellas. Además, tiene la posibilidad de participar en algún cargo dentro del comité por al menos una vez. De esta manera, se intenta mostrar lo que significa el trabajo dentro de la mesa directiva. “Es difícil ser el presidente o el secretario del Comité, a mí me tocó hace como cuatro años y luego te toca cada problemón, por eso cuando a uno ya le tocó, ya sabe lo que es estar ahí y en lugar de criticar, mejor ayudamos” (entrevista a F.G., usuario del “Atexcac”).

Las actividades cíclicas para el buen funcionamiento del sistema de riego se realizan de manera constante. Una de ellas es la *distribución del riego* que se basa en el tandeo uniforme y contiguo de agua, pues cada usuario tiene derecho a 15 horas de riego dos veces por semana, que comienza por el terreno más cercano al depósito de agua y termina por el más lejano: “En las oficinas del comité hay una libreta con los nombres de nosotros por orden de riego [...] Hay veces que, si ocupaste menos horas de agua, se las puedes dar al que sigue, eso para sacar jugo a las horas que están, no se cobra más, ni nada, es de que sobra y se utiliza mejor entre todos” (entrevista a G.D., usuario del “Atexcac”). Otra de las acciones constantes es el *mantenimiento*, que incluyen las faenas de limpieza y de construcción. La primera se lleva a cabo una vez al año durante la época de sequías sobre los canales en donde cada regante limpia la misma proporción del canal principal, mientras que la segunda se presenta cuando la infraestructura hidráulica está dañada. En ambas, se solicita la participación de todos los regantes, quienes pueden enviar a un ayudante o bien cooperar con material. Asimismo, existe un *monitoreo* de los recursos hídricos por medio de un comité de vigilancia, el cual se encarga de revisar tres veces por semana el estado de la infraestructura del riego, la correcta salida del agua desde los manantiales, su almacenaje, distribución, así como buscar posibles fuentes de contaminación o puntos de desperdicio del recurso: “El problema que más veo es que luego, cuando en los caños pasa el agua, la gente va con sus cubetas a llenar porque no todos los habitantes tienen agua en casa diario. Con la pena tengo que quitarlos” (entrevista a I.O., presidente de vigilancia). Por medio de este tipo de vigilancia constante es como los usuarios mantienen

el acceso a sus recursos. Por último, de manera anual se realiza la *rendición de cuentas* en una reunión con todos los regantes, donde se entregan cortes de cajas para la siguiente mesa directiva.

La resolución de conflictos se basa en estrategias jerárquicas, es decir, que los problemas se exponen en las asambleas. Sin embargo, en caso de no poder ser resuelto entre los mismos usuarios, el problema se conduce a la Delegación Comunitaria, máximo poder representativo del pueblo, quien toma postura del problema o bien se comunica a otra instancia adecuada: “En el registro agrario tenemos el seguimiento de un problema porque al parecer el agua que se da a un terreno en realidad es del terreno de al lado que la tenía hace años. Cada parte del conflicto presentó sus documentos, pero como no vimos por dónde nosotros, Delegación y COPACI, el tema está allá” (entrevista a G.D., usuario del “Atexcac”). La mesa directiva y los usuarios del comité buscan las alternativas para dar salida a los conflictos suscitados para evitar el crecimiento del problema.

Hay una aplicación de sanciones graduadas en caso de atraso en los pagos mensuales y anuales, la inasistencia a la asamblea y a las faenas. Para ello, se procede a levantar una notificación que llega hasta el hogar del usuario. Después de tres notificaciones sin respuesta, y tras ser votada la aplicación de la multa, se suspende el servicio del agua, el cual se puede reanudar con la actualización de los pagos, o bien explicando ante la asamblea el problema por el cual se presentaron los atrasos y las inasistencias. En este caso, en la asamblea se decide la sanción, la cual está vinculada con el tipo de problema expuesto, que puede ir desde trabajo de limpieza en las faenas, hasta el establecimiento de pagos paulatinos para cubrir la deuda: “Ahora con lo del Covid, la verdad sí tuvimos unos casos bien difíciles, gente que perdió parte de su familia o con poco trabajo y nos decían cómo estaba su situación y nosotros dimos oportunidad a que hicieran trabajos o que pagaran después, tratamos de ser flexibles” (entrevista a H.C., presidente del comité “Atexcac”). Las consecuencias de la pandemia son un claro ejemplo de cómo se establecen sanciones graduadas y vinculadas con la situación de cada familia, lo que favorece el sentimiento de solidaridad entre los usuarios.

Estos elementos de la gestión comunitaria del riego son fundamentales para conducir el agua desde las fuentes hasta cada uno de los usuarios. Sin embargo, cuando el agua llega a la propiedad de las familias

regantes, el riego se convierte en una práctica privada en que cada regante debe saber manejar el recurso para su correcto aprovechamiento.

Cada uno de nosotros tiene que ver cómo sacarle provecho al agua [...] Nosotros como Comité o los compañeros no podemos llegar a los terrenos y decir, oye hazlo así o riega tanto o planta esto porque son sus cultivos, su casa [...] Ya es cuestión de cada quien si le regala tantita agua al de lado o la vende o el arreglo al que lleguen (entrevista a R.D., secretario del Comité Atexcac).

Dada esta situación, cada regante adapta técnicas, cambia la superficie de riego o bien el tipo de cultivo para aprovechar sus respectivas horas de agua. En la comunidad se encuentran diversos procedimientos de riego, desde rudimentarios como son el uso de mangueras, cubetas, depósitos de agua, hasta tecnificados, como riego por goteo o por aspersión. Por otro lado, es decisión de cada regante disminuir o aumentar la superficie de riego de acuerdo con el tipo de cultivo, aunque regularmente se prefiere sembrar hortalizas, frutos y flores de ciclos cortos. En este aspecto, las decisiones sobre el riego son individuales, aunque bajo ciertas circunstancias los regantes asumen una postura de aprovechamiento cooperativo.

Cuando llega la sequía y el agua no alcanza, entre los regantes vemos qué cultivamos y si podemos darle al vecino de al lado un poco de nuestra agua si sobra [...] Una forma de agradecer es haciendo cambios de costales de lo que sacamos o hay veces que le ayudamos a trabajar en sus cultivos. Hacemos estas cosas por el bien de todos (entrevista a F.G., usuario del “Atexcac”).

Esta actitud de los regantes deja entrever un comportamiento solidario que busca el mejor provecho del agua, aunque eso implique dar parte de su recurso destinado a su propiedad privada. Una de las razones de este comportamiento se encuentra en las características socio-culturales de la comunidad, algunas de ellas apuntadas en la primera parte de este escrito y otras por la relación que mantienen algunos habitantes con el riego. Esta práctica es trascendental en la identidad y vida cotidiana de la comunidad.

[...] disfrutamos del trabajo de campo y de regar, es parte de nuestras costumbres. Nuestros abuelos y padres nos acostumbraron a trabajar con azadón. Hoy mis hijos, sobrinos y nietos todos tienen su pala y morral para sembrar. Se tiene que inculcar a nuestros hijos este trabajo porque es parte de ser catarinos (H.C., presidente del comité del “Atexcac”).

Fíjate que cuando estudiaba mi carrera en la ciudad yo sólo pensaba en quedarme allá, qué iba andar con las costumbres del pueblo y trabajar la tierra, regando. Ahora te puedo decir qué chamaco tan más despistado fui, por no decir pend.... Sólo aguanté un tiempo las friegas de jornadas para trabajar, para comer, cuando aquí también trabajo cuando riego la tierra para eso, para comer. Es lo mismo, pero hay tanta diferencia. Ahora no me veo en otro lado, soy de aquí con mi familia (R.V., jefe de faena de la subzona del “Atexcac”).

Sólo somos catarinos, nadie de afuera puede construir o vender [...] Nuestros terrenos fueron herencia de nuestras familias y da gusto trabajar como ellos, con las herramientas y con el riego, poquito, pero ahí estamos (I.O., presidente de vigilancia).

Ya lo dice nuestro reglamento, somos un pueblo de costumbres y tradiciones y es una costumbre regar nuestros terrenos, así tiene que seguir (entrevista a J.C., delegado principal).

El riego tiene un papel relevante en las relaciones sociales de la comunidad, al interior de la familia y en el individuo. Incluso es un argumento para señalar el carácter tradicional de la comunidad. Por ello, no es difícil comprender que haya ideas entremezcladas sobre lo comunal (manejo del sistema de riego, convenir el agua que no se utiliza, intercambiar cultivos) con lo privado (técnicas de riego, cultivos, superficies diferenciadas por propiedad). Lo que valdría la pena cuestionarse es si el manejo de riego es similar en comunidades con características socio-culturales semejantes a las aquí tratadas, aunque esto demandaría otra investigación.

Conclusiones

Después de este acercamiento a la gestión del riego en la comunidad de Santa Catarina del Monte, Texcoco, es factible señalar que, pese al crecimiento de la escasez hídrica tanto a escala local como regional, la práctica del riego pervive. Esto gracias al manejo comunitario del agua del sistema de riego Atexcac y a la actitud solidaria de los regantes en tiempo de sequías para disfrutar en común del agua.

Tal situación existe, en parte, por las características singulares espaciales, poblacionales y socio-históricas de la comunidad debido a que la agricultura del riego refiere a una práctica ancestral que los habitantes heredaron por medio de sus familias y de sus terrenos. Por otro lado, valdría la pena conocer otro tipo de relaciones existentes con la práctica del riego como las de tipo socio-económicas o político-territoriales para complejizar los factores que intervienen en la gestión comunitaria del riego y su persistencia en el largo plazo, aunque dichos temas darían paso a otro acercamiento. Para el caso de estudio aquí tratado, se logró un acercamiento a una situación en la que conviven la escasez de agua, el incremento de los recursos, la propiedad comunal y privada, así como la construcción de comunidad alrededor de la práctica del riego.

Referencias

Archivos

Archivo General de la Nación (AGN), Fondo Tierras y Criminal.
Archivo Histórico del Agua (AHA), Fondo de Aguas Superficiales.

Entrevistas

Entrevista a F.L., Curandera, el 7 de agosto de 2022.

Entrevista a I.O., Presidente del comité de vigilancia, el 9 de agosto de 2022.

Entrevista a R.D., Secretario del comité “Atexcac”, el 11 de agosto de 2022.

- Entrevista a F.G., Usuario del “Atexcac”, el 13 de agosto de 2022.
- Entrevista a R.V., Jefe de faena de la subzona de “Atexcac”, el 18 de agosto de 2022.
- Entrevista a J.C., Delegado Principal de la Comunidad, el 24 de agosto de 2022.
- Entrevista a S.C., Segundo Delegado de la Comunidad, el 28 de agosto de 2022.
- Entrevista a H.C., Presidente del Comité de Agua “Atexcac”, el 5 de septiembre de 2022.
- Entrevista a G.D., Usuario del “Atexcac”, el 9 de septiembre de 2022.

Documentales

- Diario Oficial de la Federación* 28/95/1966 y 04/04/1927.
- Reglamento Comunitario de Santa Catarina del Monte (2003).
- Reglamento Interno del Comité de Agua “Atexcac” (1975).

Bibliografía

- Aboites, L. (1998). *El agua de la nación. Una historia política de México (1888-1946)*, México, CIESAS.
- (2004). *Del agua municipal al agua nacional. Materiales para una historia de los municipios de México, 1901-1945*, México, AHA/INEHRM.
- Aguilar, A., Rivero, M. e Inoue, A. (2011). “La gestión del agua en la región Texcoco, Estado de México”, *Espacios públicos*, vol. 14, núm. 30, pp. 54-71. Disponible en: <https://espaciospublicos.uaemex.mx/article/view/19841>
- Barlow, M. (2004). *Oro azul: las multinacionales y el robo organizado de agua en el mundo*, Barcelona, Paidós.
- Brand, U. (2008). “La convergencia de movimientos: los bienes comunes en tanto que cosmovisión crítica emancipatoria y en tanto que perspectiva estratégica”, en Helfrich, S. (comp.). *Genes, bytes y emisiones: bienes comunes y ciudadanía*, México, Ediciones Böll, pp. 302-310.

- Birrichaga, D. (2005). “La administración local de aguas y tierras en Texcoco (1825-1856)”, en Miño, M. y Hurtado, E. (coords.). *Los usos del agua en el centro y norte de México, Zacatecas*, COLMEX/UAZ, pp. 153-194.
- Bollier, D. (2001). *Public assets, private profits: reclaiming the american commons in an age of market enclosure*, Washington, New America Foundation.
- Ciriacy, S. V. y Bishop, R. C. (1975). “Common Property as a Concept in Natural Resources Policy”, *Natural Resources*, núm. 15. Disponible en: <https://digitalrepository.unm.edu/nrj/vol15/iss4/7>
- Conagua (2019). *Estadísticas del agua en México*, México, Semarnat. Disponible en: https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2019.pdf Consulta [05/10/2022].
- Dehouve, D. (2001). *Ensayo de geopolítica indígena: los municipios tlapaneos*, México, CIESAS/Porrúa.
- Filio, S. y Vera, V. (2015). “Agricultura moderna: invernadero de jitomate y de flor”, en Cruz, A., Pérez, E., Santos, C. y Márquez, C. (coords.). *Agricultura y campesinado en la región Atenco-Texcoco*, Texcoco, UACH, pp. 83-94.
- Flores, M. y Ojeda, A. (2015). “Agricultura, ganadería y comercio. Análisis de los sistemas productivos”, en Cruz, A., Pérez, E., Santos, C. y Márquez, C. (coords.). *Agricultura y campesinado en la región Atenco-Texcoco*, Texcoco, UACH, pp. 71-82.
- Flórez, M. (2008). “¿Lo público?, ¿Lo común?, o lo nuestro, ¡lo de todos!”, en Helfrich, S. (comp.). *Genes, bytes y emisiones: bienes comunes y ciudadanía*, México. Ediciones Böll, pp. 109-114.
- García, J., Gutiérrez, J., Balderas, M., Araujo, M. (2016). “Estrategia de vida en el medio rural del altiplano central mexicano: el huerto familiar”, *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, vol. 13, núm. 4, pp. 621-641. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S187054722016000400621&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Gaytán, C., Vibrans, H., Navarro, H. y Jiménez, M. (2001). “Manejo de huertos familiares periurbanos de San Miguel Tlaixpan, Texcoco”, *Boletín de Sociedad Botánica de México*, núm. 69, pp. 39-52. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/577/57706905.pdf>

- Gómez, H. (2005). “Los usos y costumbres en las comunidades indígenas de los Altos de Chiapas como una estructura conservadora”, *Estudios Políticos*, núm. 5, pp. 121-144. Disponible en: <https://doi.org/10.22201/fcpys.24484903e.2005.5.37657>
- González, J. (1993). *Santa Catarina del Monte: Bosques y hongos*, México, Universidad Iberoamericana.
- Gutiérrez, A. y Mora, F. (2011). “El grito de los bienes comunes: ¿qué son? y ¿qué nos aportan?”, *Revista de Ciencias Sociales*, núm. I-II, pp. 127-145. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=15323166009>
- Hardin, G. (2005). “La tragedia de los comunes”, *Polis. Revista de la Universidad Bolivariana*, vol. 4, núm. 10. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30541023>
- Harvey, D. (1982). *Limits to Capital*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Helfrich, S. (2008). “Commons: ámbitos o bienes comunes, procomún o ‘lo nuestro’”, en S. Helfrich (comp.). *Genes, bytes y emisiones: bienes comunes y ciudadanía*, México, Ediciones Böll, pp. 42-48.
- Lindayati, R. (2000). “The role of macro-political economic systems in CPR”, trabajo presentando en Eighth Biennial Conference of the International Association for the Study of Common Property, Indiana, Estados Unidos.
- (1984). *Justice, nature and the geography of difference*, Londres, Blackwell.
- Lorente, D. (2011). *La razzia cósmica. Una concepción nahua sobre el clima, deidades del agua y graniceros en la sierra de Texcoco*, México, CIESAS/Universidad Iberoamericana.
- Madrigal, B. E., Manzanares, A., Martínez, B. (2015). “La Apantla: el agradecimiento para que no falte el agua”, *Cuicuilco*, vol. 22, núm. 63, pp. 29-61. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0185-16592015000200003&script=sci_abstract
- Merino, L. (2014). “Perspectiva sobre la gobernanza de los bienes y la ciudadanía en la obra de Elinor Ostrom”, *Revista Mexicana de Sociología*, núm. 70, pp. 77-104. Disponible en: <http://revistamexicanadesociologia.unam.mx/index.php/rms/article/view/46482/41755>

- Montiel, A. P. (2021). “El paisaje cultural a través de los relatos sobre los ahuaques en San Miguel Tlaixpan, Texcoco”, *Investigaciones Geográficas*, Instituto de Geografía, núm. 105, pp. 1-14. Disponible en: <https://doi.org/10.14350/rig.60363>.
- (2022). “Las amenazas contra el paisaje cultural de la Unidad de Riego del Río Coxcacuaco, Texcoco (México)”, *Revista Norte Grande*, núm. 82, pp. 151-172. Disponible en: <https://revistanortegrande.uc.cl/index.php/RGNG/article/view/18173>
- Ostrom, E. (2000). *El gobierno de los bienes comunes. La evolución de las instituciones de acción colectiva*, México, FCE/UNAM-CRIM.
- (2005). *Understanding Institutional Diversity*, Princeton, Princeton University Press.
- Ramírez, M. (2006). “Territorialidad, pintura y paisaje del pueblo de indios”, en Fernández, F. y García, Á. (coords.). *Territorialidad y paisaje del altépetl en el siglo XVI*, UNAM, Instituto de Geografía/FCE, pp. 168-227.
- Rivera, M. L., Teja, R., Trueba, A. (2015). “Artesanías, turismo rural y desarrollo sustentable en Santa Catarina del Monte”, en Pérez, S. (ed.). *Artesanía y saberes tradicionales*, Zamora, COLMICH, pp. 527-544.
- Rodríguez, G., Zapata, E., Vázquez, V. (2012). *Uso de recursos naturales del bosque de Santa Catarina del Monte*, Texcoco, COLPOS.
- Rodríguez, L. (2009). “Propiedad y esclavitud en el pensamiento económico de Aristóteles”, *Revista Científica de UCES*, vol. XIII, núm. 1, pp. 67-91. Disponible en: http://dspace.uces.edu.ar:8180/xmlui/bitstream/handle/123456789/747/Propiedad_y_esclavitud.pdf
- Rodríguez, M. de las N., Vázquez, V., Martínez, B. (2012). “Saberes tradicionales, acceso y uso de hongos silvestres comestibles en Santa Catarina del Monte, Estado de México”, *Agricultura, Sociedad y Desarrollo*, vol. 9, núm. 2, pp. 191-207. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-54722012000200006
- Rodríguez, R. (2014). “¿Qué dijo John Locke sobre la propiedad?”, *Diálogos Derecho y Política*, núm. 12, pp. 39-49. Disponible en: <https://revistas.udea.edu.co/index.php/derypol/article/view/18275>
- Sánchez, D. A. (2012). *Santa Catarina del Monte. Patrimonio vivo entre música y flores*, Leipzig, Editorial Académica Española.

- Sánchez, M. (2017). “Política y gestión del agua en dos comunidades de Texcoco: Tequexquináhuac y La Purificación”, en Pérez, F., Figueroa, E. y Godínez, L. (coords.). *Ciencias sociales: economía y humanidades*, Handbook, Texcoco, ECORFANSEDESOL (2010).
- Smith, N. (1982). “Gentrification and uneven development”, *Economic Geography*, núm. 58, pp. 139-155. Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/143793>
- (1984). *Uneven development. Nature, capital and production of space*, Londres, Blackwell.
- Trawick, P. (2001). “The Moral Economy of Water: Equity and Antiquity in the Andean Commons”, *American Anthropologist*, vol. 103, núm. 2, pp. 361-379.
- Volpi, J. (2011). *La guerra y las palabras. Una historia intelectual de 1994*, México, ERA.
- Wade, R. (1994). *Village Republics. Economic conditions for collective action in South India*, California, Institute for Contemporary Studies.
- Wobeser, G. (2019). *La formación de la hacienda en la época colonial: el uso de la tierra y el agua*, México, UNAM-IIH.

Capítulo 4

Propuesta de saneamiento, caso río Xalapango, subcuenca de Texcoco, Estado de México

Miguel Ángel Briones Cervantes*
Eloísa Domínguez Mariani**
Óscar A. Monroy Hermosillo***

Resumen

La contaminación de cuerpos hídricos por el vertido de agua residual sin tratamiento es un problema creciente en México. Si bien la falta de tratamiento de ésta responde a problemas multifactoriales, en nuestro país existen características que resaltan: la falta de personal técnico especializado, los altos costos de operación y la falta de apropiación por parte de la comunidad. La microcuenca del río Xalapango, en la subcuenca de los

* Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, Posgrado en Energía y Medio Ambiente [mbrionescervantes@gmail.com].

** Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Lerma, División de Ciencias Básicas e Ingeniería [e.dominguez@correo.ler.uam.mx, <https://orcid.org/0000-0001-7900-0238>].

*** Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Biológicas y de la Salud [monroy@xanum.uam.mx].

nueve ríos del oriente del Estado de México, México, no escapa a estos problemas. Por lo que, a partir del análisis de las condiciones comunitarias y fisicoquímicas del agua en la microcuenca, se propone un sistema de tratamiento de agua residual con una visión de cuenca que supondría el saneamiento del agua vertida a este río, mediante procesos biológicos de bajo costo y que puedan ser operados por las comunidades.

Palabras clave: Comunidad, saneamiento, tratamiento de agua residual, humedales, biodigestor.

Abstract

The contamination of water bodies due to the discharge of untreated wastewater is a growing problem in Mexico. Although the lack of wastewater treatment responds to multifactorial problems, in our country there are some characteristics that stand out: the lack of specialized technical personnel, high operating costs and lack of community ownership. The Xalapango river micro-watershed, in the sub-watershed of the nine rivers of the East of the State of Mexico, Mexico, does not escape these problems. Therefore, based on the analysis of the community and physicochemical conditions of the water in the micro-watershed, a wastewater treatment system is proposed with a basin vision that would involve the sanitation of the water discharged into this river through low-cost biological processes that can be operated by communities.

Keywords: Community, sanitation, wastewater treatment, wetlands, biodigester.

Introducción

El agua dulce es indispensable para el mantenimiento de muchas especies en el planeta, incluido el ser humano, además de representar un recurso esencial para el desarrollo de actividades como la agricultura (Torre, 2017). Sin embargo, alteraciones provocadas por la acción antropogénica en cuerpos de agua de manera directa o indirecta minan de manera sustancial su capacidad de sostén de algunos ecosistemas (Chakraborty, 2021).

La contaminación de agua subterránea y superficial por lo regular se encuentra asociada con el vertido de agua residual sin tratamiento que proviene principalmente de la industria y uso doméstico. Se estima que se vierten alrededor de dos millones de toneladas de agua residual por día sin tratamiento a cuerpos de agua superficial, lo que representa el foco de contaminación más importante en todo el mundo (WWAP, 2017).

Diversos contaminantes se vierten en aguas superficiales (bacterias de origen fecal, metales pesados, insecticidas, fertilizantes, antibióticos, entre otros) (Moradell y Renau, 2019); en ciertos casos la presencia de uno o más de estos contaminantes en cuerpos de agua genera problemas de salud pública, especialmente en poblaciones cercanas a ríos, lagos y lagunas, que carecen de acceso a sistemas de agua potable. Se estima que alrededor de 22% de la población del mundo consume agua con algún grado de contaminación (Durante, 2018).

En lo que respecta al continente americano, desde la década de 1960 se tiene conocimiento del deterioro de los ecosistemas acuáticos asociado a descargas de agua residual sin tratamiento (IANAS, 2019). Uno de los problemas con mayor recurrencia y persistencia en cuerpos de agua es la eutrofización, que se caracteriza por el agotamiento de oxígeno disuelto y crea cuerpos de agua donde simplemente gran parte de la biodiversidad no puede vivir (Andrew, 2018).

Y aunque el agua residual sin tratamiento tiene un impacto fundamental en el agua superficial, también la tiene en el agua subterránea, debido a la migración de agua contaminada al acuífero que eventualmente se convierte en una fuente de suministro de agua para las poblaciones (Moradell y Renau, 2019). Un deficiente control y manejo del agua residual es la causa por la que los problemas de contaminación persisten, particularmente en América Latina (Wasserman, 2019).

Una estrategia en América Latina para evitar la contaminación superficial y su posterior difusión al acuífero es el tratamiento adecuado de aguas residuales. Sin embargo, la realidad es que sólo se trata en promedio 40% del agua residual producida, y es Chile el que mayor porcentaje realiza, con alrededor de 72% (Connor, 2021).

En cuanto a México, la realidad no es diferente a la mayoría de las naciones de América Latina. En nuestro país, en el que existen 51 ríos por los que corre 87% de escurrimiento de agua y que cuenta con aproximadamente 633 mil kilómetros de red hidrográfica entre ríos y arroyos,

además de 209 acuíferos disponibles y 144 sobreexplotados, se vierten 89.2 m³/s de agua residual sin tratamiento (García, Hach y Moller, 2019). Alrededor de 63% de los cuerpos de agua, donde se monitorea su calidad en todo el país, se encuentran “contaminados” o “fuertemente contaminados” (Conagua, 2021).

En México, subcuencas como la de los Nueve Ríos del Oriente del Estado de México (SNROEM), ubicada en la cuenca del Valle de México (conformada por los ríos San Juan Teotihuacán, Papalotla, Xalapango, Coxcoaco, Texcoco, Chapingo, San Bernardino, Santa Mónica y Coatepec), perdieron su capacidad de tratamiento de agua residual. Tan sólo en el periodo comprendido entre 2016 y 2018 se dio una disminución de 80% en la operación de las plantas de tratamiento de agua residual, al pasar de 35 plantas en servicio a sólo siete, lo que significó en términos reales que el tratamiento de agua residual alcanzara una ineficiencia de 84%, al tratar tan sólo 1,311 lps de una capacidad instalada total de 8,187 lps (Conagua, 2018).

En el último reporte de las condiciones de los ríos de la subcuenca se encontró que todos exceden los máximos permitidos de contaminantes, de acuerdo con la normatividad vigente (Conagua, 2014). La contaminación en los cuerpos de agua estaría ligada a la deficiencia generalizada de saneamiento en el Estado de México, donde sólo 54% de la población cuenta con servicios que permiten un adecuado manejo y tratamiento de su agua residual (Conagua, 2020b).

Dentro de esta subcuenca (SNROEM), la microcuenca del río Xalapango tiene una relevancia especial, puesto que es el tercer río con mayor caudal, ya que aporta casi la totalidad del agua que llega a la laguna de Xalapango, proporciona una cantidad importante de agua a la ciénega de San Juan (refugio de fauna migratoria y nativa) (Conagua, 2014) y es fuente de agua para riego de cultivos, particularmente en la parte media-baja del río.

Actualmente la salud de la población y de las lagunas, que forman parte de un área natural protegida, se ven amenazadas, paradójicamente, por la propia agua que alimenta estos sistemas, pues el río Xalapango conduce el agua residual sin tratamiento de importantes asentamientos humanos e industriales (Inegi, 2020) ubicados en cuatro municipios (Texcoco, Chiautla Chiconcuac y San Salvador Atenco) por donde atraviesa.

Y aunque en esta microcuenca existe un sistema de tratamiento de agua residual, resulta insuficiente debido a que sólo opera a 10% de su capacidad instalada (Conagua, 2018). Esta baja capacidad está asociada con los altos costos de energía eléctrica que se requieren para la aireación del reactor aerobio, el desinterés del municipio por el mantenimiento de equipos y la correcta capacitación del personal operativo para enfrentar las posibles eventualidades que se presentan al manipular de forma directa todo el sistema de tratamiento.

Ante esta problemática, es crucial diseñar sistemas de tratamiento a lo largo de la microcuenca del río Xalapango, pensados desde lo local, con un bajo consumo energético y operación sencilla para que la comunidad –mediante los sistemas autónomos de gestión de agua y saneamiento– sea la responsable de su funcionamiento.

Un buen diseño debe considerar la construcción, operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de agua residual que garantice un aspecto esencial: minimizar la llegada de contaminantes al cuerpo de agua, para evitar de esta forma un deterioro progresivo del ecosistema (IANAS, 2019) y de la salud de las poblaciones aledañas al cuerpo de agua receptor (Panamerican Health Organization, 2020).

Naturalmente se pueden encontrar experiencias en torno a la reducción de contaminantes en varias partes del mundo, que presentan similitudes con la microcuenca del río Xalapango, como la concentración de población y la falta de infraestructura para el saneamiento del agua residual producida. Como la del río Yumuna, en Delhi, India, donde para reducir la polución (causada por su alta tasa de crecimiento poblacional y concentración demográfica) se enfocaron en la prevención, por medio del mejoramiento de la red de alcantarillado y la conexión con sus sistemas de tratamiento de agua residual.

Adicionalmente adoptaron algunas estrategias como la mejora tecnológica de tratamiento de agua residual y mejoraron la distribución de agua para los diferentes sectores de la población: agrícola, doméstica e industrial. Estas estrategias permitirían cumplir con varios objetivos, que no distan de los planteados para la microcuenca del río Xalapango, entre los que destacan el ahorro de agua, reducción de costos de tratamiento de agua residual, bajar el nivel de nutrientes que se vierten al río Yumuna, para evitar grandes cambios en el ecosistema (Kumar y McMasters, 2017).

Otras experiencias, como la realizada en el río Shengtongbang, ubicado en la ciudad de Louyang, distrito de Wujin, China, una región con fuerte presencia de fábricas y por lo menos tres poblaciones, nos permite establecer similitudes con el río Xalapango, para que desde lo local, y por medio de soluciones basadas en la naturaleza, se pueda minimizar el impacto antropogénico sobre un cuerpo de agua. De manera particular, en el río Shengtongbang la remediación se llevó a cabo en dos frentes. El primero asociado con el ámbito legislativo, al prohibir la descarga directa de agua residual proveniente de las fábricas que se encontraban a lo largo de su cauce; se centralizó la operación de la red de alcantarillado doméstica. El segundo frente se llevó a cabo *in situ*, mediante una protección ecológica a taludes, se sembraron plantas acuáticas de crecimiento vertical, se colocaron lechos flotantes ecológicos y se inmovilizaron microorganismos con el fin de interceptar los contaminantes que se vertían al efluente (Rou *et al.*, 2020).

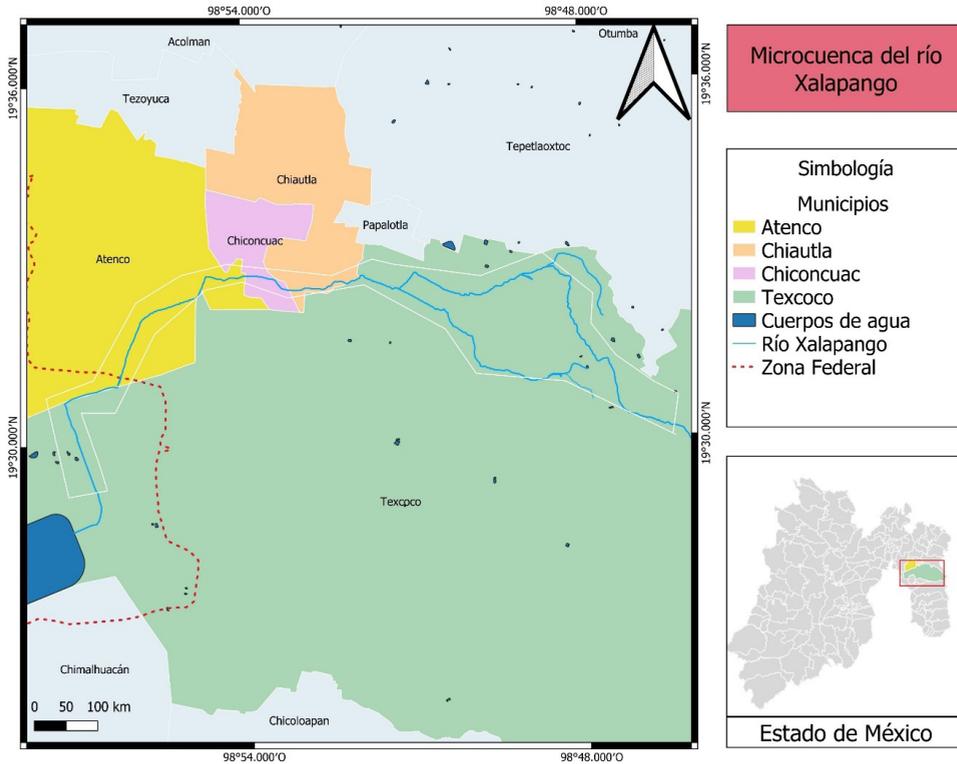
Metodología

La metodología para realizar esta investigación se fundamentó en la acción participativa (Bradbury, 2015) y tuvo como ventaja ante otro tipo de metodología que se construyó, desde el caminar en comunidad, en un momento material-histórico que permitió la reflexión, mediante el diálogo de saberes, para condensar las necesidades sociales, a partir de la cosmovisión del agua-comunidad. Todos los parámetros que se tomaron estuvieron asociados a contaminación de origen orgánico debido a las características poblacionales y a una disminución en la producción de productos en la región, particularmente en la parte media.

Recorrido de campo

Se efectuaron tres recorridos a lo largo de la microcuenca del río Xalapango (Figura 1) en diciembre de 2021. El primero se realizó el día 9 en la parte alta, el 16 en la parte media y el 23 en la parte baja. Estos recorridos se programaron con el fin de observar de manera general las condiciones del río Xalapango; de manera particular, determinar el tipo de

Figura 1. Microcuenca del río Xalapango



descarga que se daba en cada una de las localidades por las que transita el cauce, así como entender cuál es la relación entre los pobladores y el agua del río.

Elección de puntos de muestreo

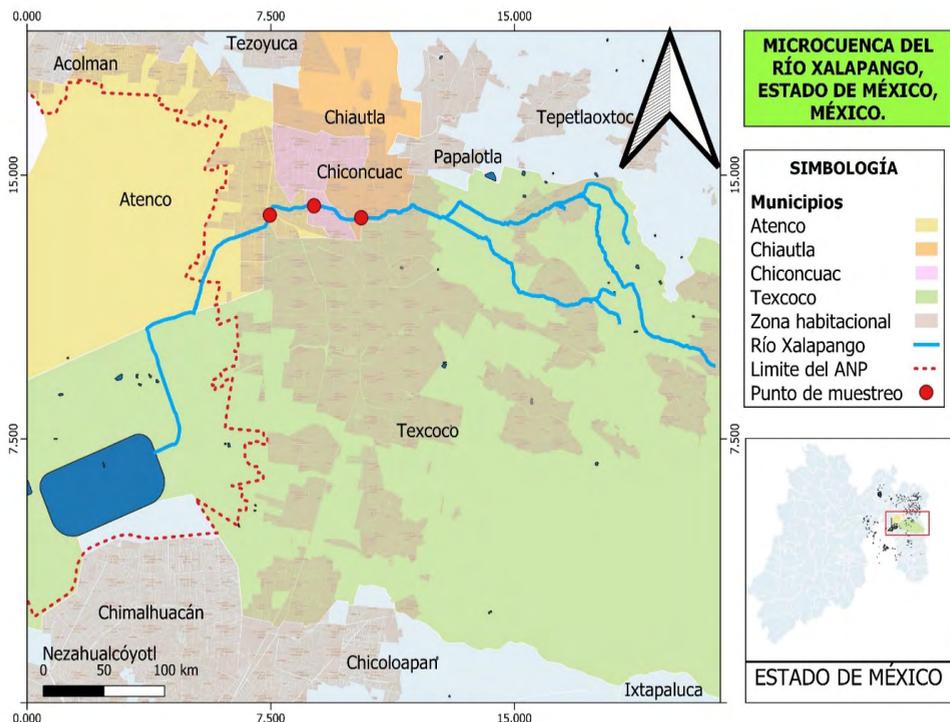
Se eligieron tres puntos de muestreo que fueran representativos en función de las descargas de agua residual. El primero fue en el municipio de Chiautla (Figura 2), dado que es el primer municipio con una alta densidad poblacional por donde atraviesa el río Xalapango. El segundo punto fue el municipio de Chiconcuac (Figura 2), debido a que su actividad

preponderante es el diseño, fabricación y comercialización de artículos textiles. Por último, se decidió que la muestra se tomaría en el municipio de San Salvador Atenco (Figura 3), dada su proximidad con la recién declarada Área Natural Protegida (Secretaría de Gobernación, 2022) y su cercanía con el lago Xalapango.

Análisis de capacidades

Con la finalidad de conocer las capacidades para procesar las muestras que se tomarían se realizó un estudio de los laboratorios y equipos con los que se contaba en ese momento. Se concluyó que se contaba con los equipos para llevar a cabo la medición de parámetros en campo y se decidió enviarlos a un laboratorio acreditado por la Comisión Nacional del

Figura 2. Sitios elegidos para muestrear



Agua (Conagua) y la Entidad Mexicana de Acreditación A.C. (EMA) para el análisis de seis parámetros fisicoquímicos: número más probable de coliformes fecales (NMPCF), demanda química de oxígeno (DQO), fósforo total (FT), grasas y aceites (GyA), nitrógeno total (NT) y sólidos suspendidos totales (SST).

Muestreo

Se organizó el muestreo con el Frente de Pueblos en Defensa de la Tierra (FPDT) y se tomaron tres muestras en la parte media; en la descarga de agua residual del municipio de Chiautla y a unos 50 metros de la descarga de agua del municipio de Chiconcuac. En la parte baja, en el municipio de San Salvador Atenco, entre las localidades de La Pastoría y Zapotlán. Todas las muestras y parámetros de campo tomados se realizaron de acuerdo con las normas para DQO (Secretaría de Economía, 2012), FT (Secretaría de Economía, 2001), NT (Secretaría de Economía, 2010), NMPCF (P.H. Association, 2005), GyA (EPA Agency, 1664 B, 2010) y SST (Secretaría de Economía, 2015).

Estimación de flujo de agua residual

El caudal se estimó a partir del número de habitantes que tiene cada localidad, multiplicado por el consumo mínimo del que debería disponer una persona según la Organización Mundial de la Salud (OMS), que es de 100 l/día para satisfacer sus necesidades de consumo e higiene (Panamerican Health Organization, 2020).

Las poblaciones que se consideraron para estimar el caudal de agua residual en la microcuenca fueron las que descargan de manera puntual o difusa al cauce. Lo anterior previa identificación de estas localidades mediante el recorrido de campo y datos obtenidos por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (Inegi).

Agua residual en la microcuenca

La microcuenca del río Xalapango se divide en tres secciones: la parte alta, que corresponde al municipio de Texcoco; la parte media, donde se ubican los municipios de Chiautla y Chiconcuac, y la parte baja, que corresponde al municipio de Atenco.

Parte alta

La parte alta de la microcuenca del río Xalapango tiene características especiales, de manera particular la comunidad de Santa María Tecoanulco, la cual se encuentra aislada de las siguientes comunidades, que descargan su agua residual a la cuenca. Y si bien la totalidad de la producción de agua residual no se vierte al río de forma directa, hay una cantidad de descargas difusas que descargan en él. La parte restante de agua residual se vierte en fosas sépticas sin ningún tipo de tratamiento, por lo que el tren de tratamiento debe obedecer a dos realidades que se viven en una comunidad.

Con respecto a las comunidades restantes de la parte alta, teniendo en cuenta que existe una red de alcantarillado perteneciente al mismo municipio y espacios destinados para la agricultura de baja intensidad, el tratamiento debe ir en el sentido de proporcionar agua de calidad para el riego de parcelas.

Parte media

En la sección media del cauce del río Xalapango coexisten dos municipios que tienen una influencia preponderante en el estado que guardó el cauce. Es aquí donde se vierte la mayor cantidad de agua residual sin tratamiento y podría haber una mayor diversidad de contaminantes en esas aguas.

En el municipio de Chiautla existe una planta de tratamiento de agua residual aerobia, que, debido a los altos costos de operación, sólo opera a aproximadamente 10% de su capacidad (Conagua, 2018), por lo que es necesaria la construcción y operación de un sistema alternativo que disminuya los altos costos de operación.

Por otro lado, el municipio de Chiconcuac no cuenta con ningún tipo de infraestructura que trate el agua residual. Este municipio cuen-

ta con dos cárcamos: uno bombea el agua residual colectada en la parte norte del municipio al otro cárcamo ubicado al centro, con la finalidad de que este último expulse el agua al río Xalapango.

Parte baja

El municipio de Atenco no cuenta con sistemas de tratamiento de agua residual de manera general. Las tres localidades con mayor aporte de agua residual al río Xalapango cuentan con drenaje y parte de éste se encuentra conectado a un cárcamo ubicado en la localidad de La Pastoría, sitio donde existen condiciones para la ubicación de un sistema de tratamiento que a su vez permita dotar de agua a los agricultores que se encuentran al margen del río Xalapango y usan su agua para riego.

Selección de tren de tratamiento

Pretratamiento

En un caudal de agua residual se puede encontrar una gran diversidad de residuos, como plásticos, restos de alimentos, cartón, latas, objetos metálicos, entre otros, que son arrastrados por las corrientes. Con el objetivo de proteger equipos y no saturar los canales de alimentación de agua residual al sistema de tratamiento es necesario colocar rejillas gruesas y delgadas (oscilan entre los 38 y 150 mm de apertura) para evitar el paso de este tipo de material (Conagua, 2014).

Tratamiento primario

En algunos casos los sedimentadores de arenas y grasas son considerados tratamientos primarios debido a que remueven una parte de la carga de contaminantes que contiene el agua residual, de manera particular grasas, aceites y sólidos suspendidos. Estos sedimentadores pueden, en algunos casos, remover hasta 90% de los sólidos sedimentables, bajando la DQO de la corriente. Otra función que tienen los sedimentadores es bajar la velocidad de entrada de la corriente (Semarnat, 2016).

Tratamiento secundario

El tratamiento secundario puede ser considerado el principal del tren de tratamiento. Existen dos tipos de procedimiento en reactores aerobios y anaerobios, que como su nombre lo dice se diferencian por sus requerimientos de oxígeno para remover contaminantes. El caso del reactor anaerobio cuenta con ventajas significativas en comparación con el aerobio, particularmente en el suministro de energía que requiere este último para su operación, lo que hace que sus costos de operación sean altos. Debido a esto y a la alta eficiencia de remoción de materia orgánica, los reactores Up Flow Anaerobic Sludge Blanket (UASB o RAFA) (aproximadamente 85%) se consideran la mejor opción para ser instalados en la microcuenca (Conagua, 2014).

Tratamiento terciario

Se pueden mencionar dos sistemas que funcionan acoplados o por separado. El primero de éstos son los filtros percoladores: su función es remover contaminantes por medio de la formación de una película de microorganismos facultativos que se adhieren a un medio de soporte que puede ser grava de un espesor de entre 2.5 y 10 cm o con material plástico de sostén que tiene la misma función que la grava. Su profundidad puede estar entre 1 y 12 m. El segundo sistema son los humedales, que pueden tener varias configuraciones, pero su fundamento es remover contaminantes, particularmente fósforo, amonio y nitrógeno por medio de la absorción de algunas especies de plantas (Bonanno y Vymazal, 2018). Estos sistemas tienen un medio de soporte que varía según los requerimientos, pero habitualmente se ocupan varios tipos de grava y algunos tipos de arenas (Semarnat, 2016).

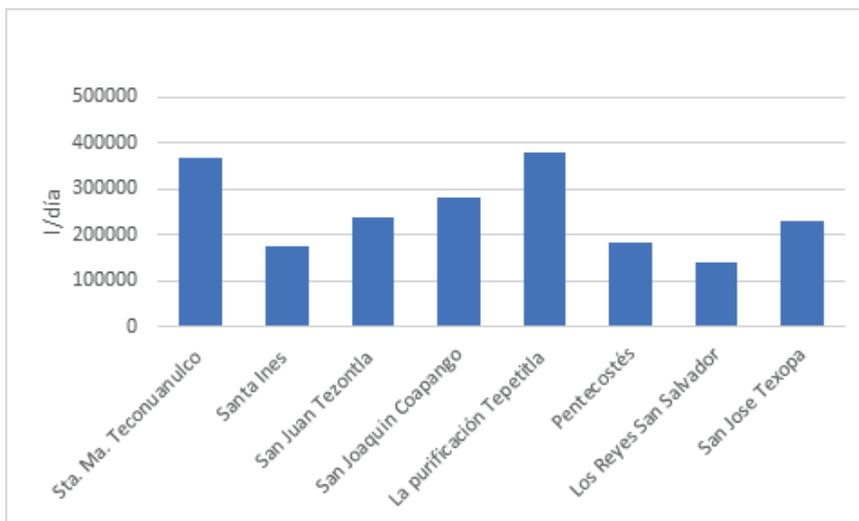
Resultados

Estimación de flujo

Parte alta

En la Gráfica 1 se muestra el caudal de agua residual sin tratamiento que se produce en las localidades de la parte alta de la microcuenca del río Xalapano. Las localidades con mayor volumen de agua residual sin tratamiento que se vierten de manera directa e indirecta al río Xalapano son la Purificación Tepetitla y Santa María Tecoanulco. Sin embargo, el caudal de la localidad de Santa María Tecoanulco tiene dos vertientes el primero, se deposita en fosas sépticas debido a la falta de red de alcantarillado (Cuadro 1), el segundo se conduce por canales hacia el río Xalapano. Las localidades restantes, aunque su aportación es menor, cuentan con descargas puntuales y difusas que son vertidas directamente al río. El caudal total de agua residual que se produce en la parte alta de la microcuenca es del orden de 23 lps.

Gráfica 1. Caudal generado de agua residual en la parte alta del río Xalapano



Fuente: Inegi (2020).

Cuadro 1. Localidades en la parte alta que cuentan con red de alcantarillado y tipo de descarga al río Xalapango

Localidad	Tipo de descarga	Alcantarillado	Sistema de tratamiento
Santa María Tecuanulco	Difusa	No	Inexistente
Santa Inés	Puntual/Difusa	Sí	Inexistente
San Juan Tezontla	Puntual/Difusa	Sí	Inexistente
San Joaquín Coapango	Puntual/Difusa	Sí	Inexistente
La Purificación Tepetitla	Puntual/Difusa	Sí	Inexistente
Pentecostés	Puntual/Difusa	Sí	Inexistente
Los Reyes San Salvador	Puntual/Difusa	Sí	Inexistente
San José Texopa	Puntual/Difusa	Sí	Inexistente

Fuente: Inegi (2020).

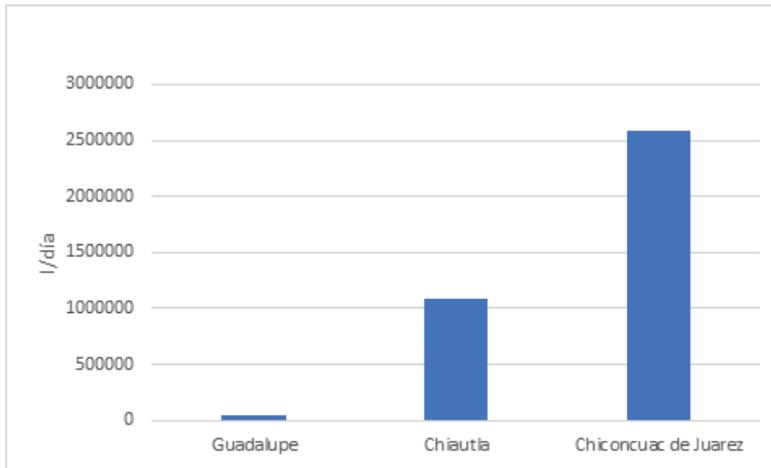
Parte media

La Gráfica 2 muestra el caudal que se tiene en la parte media de la sección de la microcuenca del río Xalapango, particularmente en los municipios de Chiautla y Chiconcuac. Se puede observar que el mayor aporte de agua residual lo tiene la comunidad de Chiconcuac de Juárez con un caudal total de 29.9 lps, lo que representa aproximadamente 69.5% del total de agua residual producida en esta sección.

Si bien las descargas de agua residual se focalizan en estas tres localidades, como se muestra en el Cuadro 2, sólo se trata la que se produce en la comunidad de Guadalupe, no así para el resto del caudal de agua residual que se genera y que se vierte sin tratamiento al río Xalapango.

Parte baja

El flujo de agua residual sin tratamiento que se vierte al río Xalapango en el municipio de San Salvador Atenco es de aproximadamente 10.5 lps y se encuentra puntualizado por tres localidades (Gráfica 3); el resto de las localidades del municipio descarga su agua residual en otros cuerpos de

Gráfica 2. Caudal generado de agua residual en la parte media del río Xalapango

Fuente: Inegi (2020).

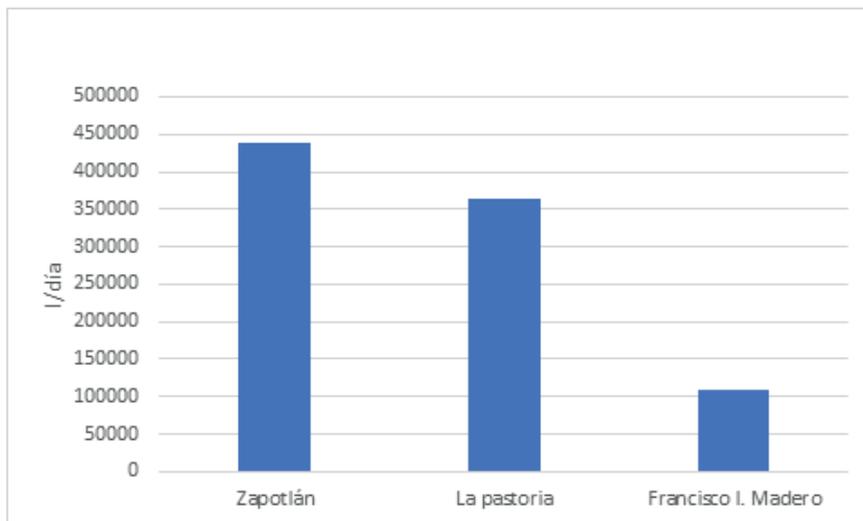
Cuadro 2. Localidades de la parte media que cuentan con red de alcantarillado y tipo de descarga al río Xalapango

Localidad	Tipo de descarga	Alcantarillado	Sistema de tratamiento
Guadalupe	Puntual	Sí	Aerobio/Lodos activados
Chiautla	Puntual	Sí	Inexistente
Chiconcuac	Puntual	Sí	Inexistente

Fuente: Inegi (2020).

agua. Y aunque entre estas tres comunidades –Francisco I. Madero, La Pastoría y Zapotlán– exista un flujo similar, Francisco I. Madero no tiene el mismo grado de urbanización, en comparación con las dos restantes.

Aunque las localidades que aportan agua residual al río Xalapango cuentan con sistema de drenaje y éste está conectado al alcantarillado municipal (Cuadro 3), la red desemboca en diferentes puntos del río Xalapango.

Gráfica 3. Caudal de agua residual generado en la parte media del río Xalapango

Fuente: Inegi (2020).

Cuadro 3. Localidades de San Salvador Atenco que cuentan con red de alcantarillado y tipo de descarga al río Xalapango

Localidad	Tipo de descarga	Alcantarillado	Sistema de tratamiento
Zapotlán	Puntual/Difusa	Sí	Inexistente
La Pastoría	Puntual/Difusa	Sí	Inexistente
Francisco I. Madero	Puntual/Difusa	Sí	Inexistente

Fuente: Inegi (2020).

Calidad de agua en la microcuenca

Parte media

Las concentraciones obtenidas (Cuadro 4) se encuentran por arriba de los valores máximos permitidos por Conagua (excepto el de fósforo total) (Conagua, 2020a), lo cual indica que esa muestra de agua presenta excedente de nutrientes orgánicos.

De manera general y con base en las concentraciones reportadas en el Cuadro 4 y los parámetros requeridos por la Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME), se obtuvo que la calidad del agua (Cuadro 5) es mala y puede representar un riesgo para la biodiversidad y la salud humana.

Los resultados del análisis de la muestra del municipio de Chiconcuac (Cuadro 6) indican la disminución de la concentración de algunos parámetros fisicoquímicos, así como de campo, en comparación con los del municipio de Chiautla. La posible descarga de agua residual con residuos de la industria textil podría ser una de las causas de las variaciones en las concentraciones, en comparación con el punto anterior.

Cuadro 4. Resultados del análisis fisicoquímico de la muestra en el municipio de Chiautla

Parámetro	Unidad	Resultado	LD	LC
DQO	mg/L	480.0 ± 38.40	60.0*	NA
Fósforo total	mg/L	8.7 ± 0.87	0.8	4.0
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	82.8 ± 9.11	1.0*	NA
NMPC fecales	NMP/100ml	>2420	1.0*	NA
Grasas y aceites EPA	mg/L	41.6 ± 3.33	5.0*	NA
Sólidos suspendidos totales	mg/L	290.0 ± 23.20	14.0*	NA
Temperatura	°C	11.2	X	X
pH		7.88	X	X
σ	(μs)	1128	X	X

**LC = Límite de cuantificación.

*LD = Límite de detección.

NA = No aplica.

Fuente: Irvine (2004).

Cuadro 5. Indicador de calidad de agua vertida al río Xalapango en el municipio de Chiautla

Fecal Coliform	pH	DQO	Temp	Phosphate	Nitrate	TS
NMPCF/100 mL		mg/L	°C	mg/L	mg/L	mg/L
2420	7.88	480	11.2	26.62	366.5	290
Overall Water Quality Index (score out of 100):				29.26		
Water Quality Category:				Bad		

Fuente: Irvine (2004).

Cuadro 6. Resultados del análisis fisicoquímico de la muestra del municipio de Chiconcuac

Parámetro	Unidad	Resultado	LD	LC
DQO	mg/L	390.0 ± 31.20	60.0*	NA
Fósforo total	mg/L	7.9 ± 0.79	0.8	4.0
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	66.1 ± 7.27	1.0*	NA
NMPC fecales	NMP/100 ml	>2420	1.0*	NA
Grasas y aceites EPA	mg/L	10.7 ± 0.86	5.0*	NA
Sólidos suspendidos totales	mg/L	67.0 ± 5.36	14.0*	NA
Temperatura	°C	14.1	X	X
pH		8.32	X	X
σ	(μs)	718	X	X

**LC = Límite de cuantificación.

*LD = Límite de detección.

NA = No aplica.

Fuente: Irvine (2004).

Y aunque existen diferencias importantes entre las concentraciones entre Chiautla y Chiconcuac, esto no significa que el agua sea de mejor calidad (Cuadro 7); esa condición se mantiene en comparación con la reportada en el municipio de Chiautla.

Cuadro 7. Indicador de calidad de agua vertida al río Xalapango en el Municipio de Chiconcuac

Fecal Coliform	pH	DQO	Temp	Phosphate	Nitrate	TS
NMPCF/100 mL		mg/L	°C	mg/L	mg/L	mg/L
2420	8.32	390	14.1	24.17	292.62	67
Overall Water Quality Index (score out of 100):				28.26		
Water Quality Category:				Bad		

Fuente: Irvine (2004).

Parte baja

El análisis de la muestra de la parte baja (San Salvador Atenco) (Cuadro 8), deja ver que después del segundo punto de muestreo las concentraciones van en aumento, si bien no de manera generalizada, sí en parámetros asociados a contaminación de origen orgánico.

La calidad del agua en el cauce se mantiene en relación con los dos puntos anteriores (Cuadro 9). Sin embargo, en este punto la calidad del agua recobra una mayor importancia debido a su cercanía con un área natural protegida federal y que es hábitat de especies endémicas y migratorias.

Tren de tratamiento

Los diferentes sistemas de tratamiento de agua residual que se consideran para las tres secciones de la microcuenca del río Xalapango pretenden tratar en conjunto aproximadamente 85 lps de agua residual, con la participación activa de los sistemas autónomos de agua de cada comunidad, debido a que su colaboración fue fundamental para llegar a esta propuesta, considerando en todo momento su experiencia y preocupación por el tratamiento de agua residual en sus comunidades.

Cuadro 8. Resultados del análisis fisicoquímico de la muestra del municipio de San Salvador Atenco

Parámetro	Unidad	Resultado	LD	LC
DQO	mg/L	420.0 ± 33.60	60.0*	NA
Fósforo total	mg/L	11.3 ± 1.13	0.8	4.0
Nitrógeno total Kjeldahl	mg/L	58.1 ± 6.39	1.0*	NA
NMPC fecales	NMP/100 ml	>2420	1.0*	NA
Grasas y aceites EPA	mg/L	7.1 ± 0.57	5.0*	NA
Sólidos suspendidos totales	mg/L	64.0 ± 5.12	14.0*	NA
Temperatura	°C	10.6	X	X
pH		8.3	X	X
σ	(μs)	1563	X	X

**LC = Límite de cuantificación.

*LD = Límite de detección.

NA = No aplica.

Fuente: Irvine (2004).

Cuadro 9. Indicador de calidad de agua vertida al río Xalapango en el municipio de San Salvador Atenco

Fecal Coliform	pH	DQO	Temp	Phosphate	Nitrate	TS
NMPCF/100 mL		mg/L	°C	mg/L	mg/L	mg/L
2420	8.3	420	10.6	34.57	257.2	64
Overall Water Quality Index (score out of 100):				30.03		
Water Quality Category:				Bad		

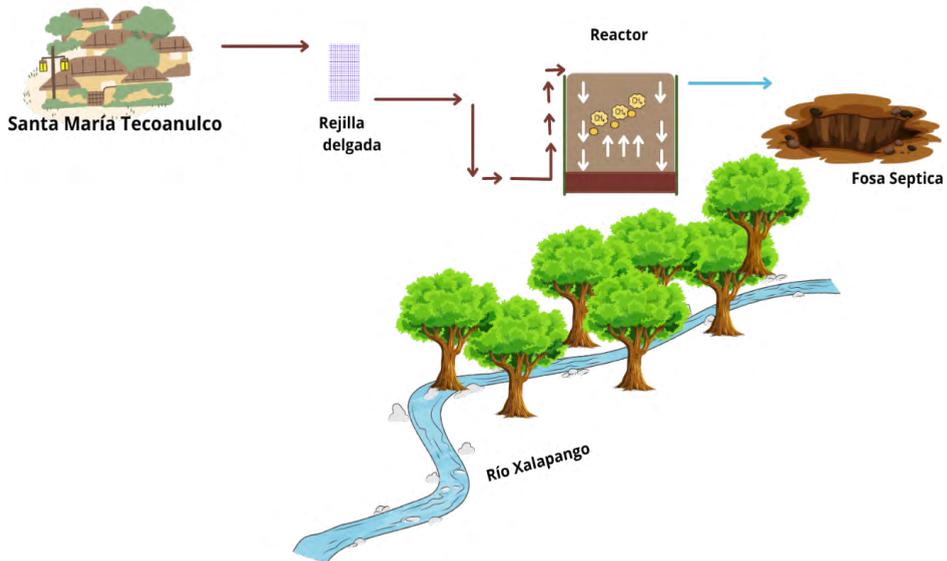
Fuente: Irvine (2004).

Parte alta

En la parte alta se consideró un pretratamiento por medio de rejillas con un espesor máximo de 10 cm. Como sistema de tratamiento se ocuparía un biodigestor de capacidad de 600 l que pueda remover la carga orgánica generada hasta por cinco personas en un domicilio (Figura 3). Cabe señalar que este tratamiento sólo se llevaría a cabo en la comunidad de Santa María Tecoanulco, debido a que carece de red de alcantarillado y la mayoría de las casas cuentan con drenaje a una fosa séptica.

En esa misma sección (comunidades restantes de la parte alta, San Juan Tezontla, San Joaquín Coapango, La Purificación Tepetitla, Pentecostés, Los Reyes San Salvador y San José Texopa) se tiene que considerar la conexión del cien por ciento de drenaje domiciliario a la red de alcantarillado, la construcción de colectores marginales que conecten a un cárcamo de regulación, como obras previas a la instauración del sistema de tratamiento.

Figura 3. Tren de tratamiento propuesto para la comunidad de Santa María Tecoanulco



Una vez realizadas las obras preliminares, se considera como tratamiento primario los sedimentadores de grasas y sólidos suspendidos. Como tratamiento secundario un reactor UASB que permite degradar gran parte de la carga orgánica para pasar enseguida a un sistema de filtros percoladores. Finalmente, como tratamiento terciario se considera el paso del afluente por un humedal que permita cumplir con los estándares de la normatividad vigente para que el agua que salga pueda ser usada en actividades agrícolas (Figura 4).

Parte media

Las características de esta sección de la microcuenca del río Xalapango, que comprende los municipios de Chiautla y Chiconcuac, son un factor importante para determinar el tren de tratamiento, al ser los municipios con mayor densidad poblacional y con una población flotante considerable, particularmente en éste último, así como la actividad económica que se desarrolla en la región. Se eligió un tratamiento basado en un digester anaerobio, filtros percoladores y humedales (Figura 5), con el fin de que en conjunto con la planta de tratamiento aerobia que existe en el municipio de Chiautla se pueda dotar de agua a los agricultores de la región o en su defecto pueda ser usada en el riego de áreas verdes de estos municipios.

Parte baja

El municipio de San Salvador Atenco cuenta con un cárcamo en la localidad de La Pastoría, mismo que puede ser usado para coleccionar el agua de las dos localidades restantes mediante colectores marginales para después pasar a un sistema de tratamiento. El tratamiento propuesto consiste en instalar un reactor UASB y un filtro percolador en la localidad de La Pastoría para después llevar el agua a un humedal (Figura 6) cercano al área de cultivo que se encuentra entre los cauces de los ríos Xalapango y Coaxacoaco, para que el agua tratada se use en los cultivos de la región.

Figura 4. Tren de tratamiento propuesto para las comunidades restantes de la parte alta de la microcuenca

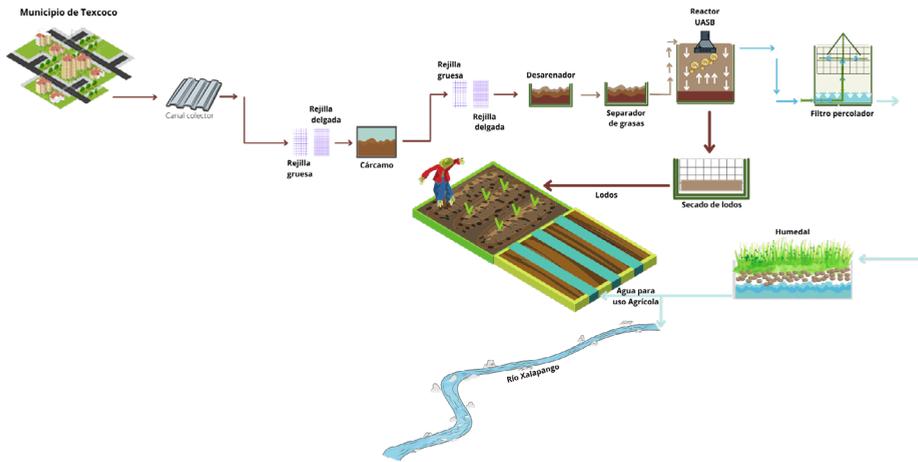


Figura 5. Tren de tratamiento propuesto para la parte media de la microcuenca

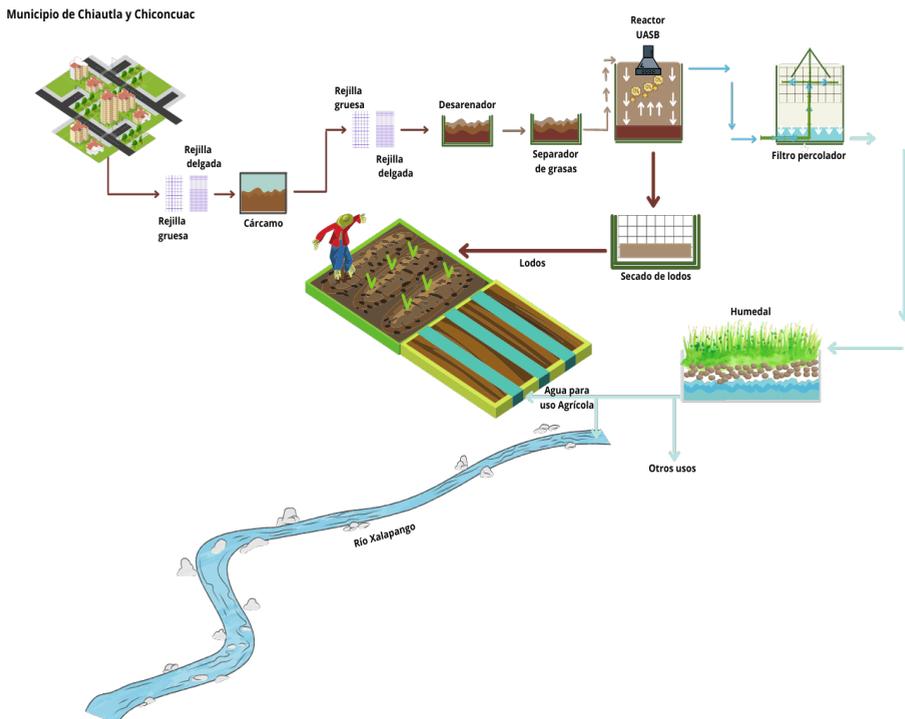
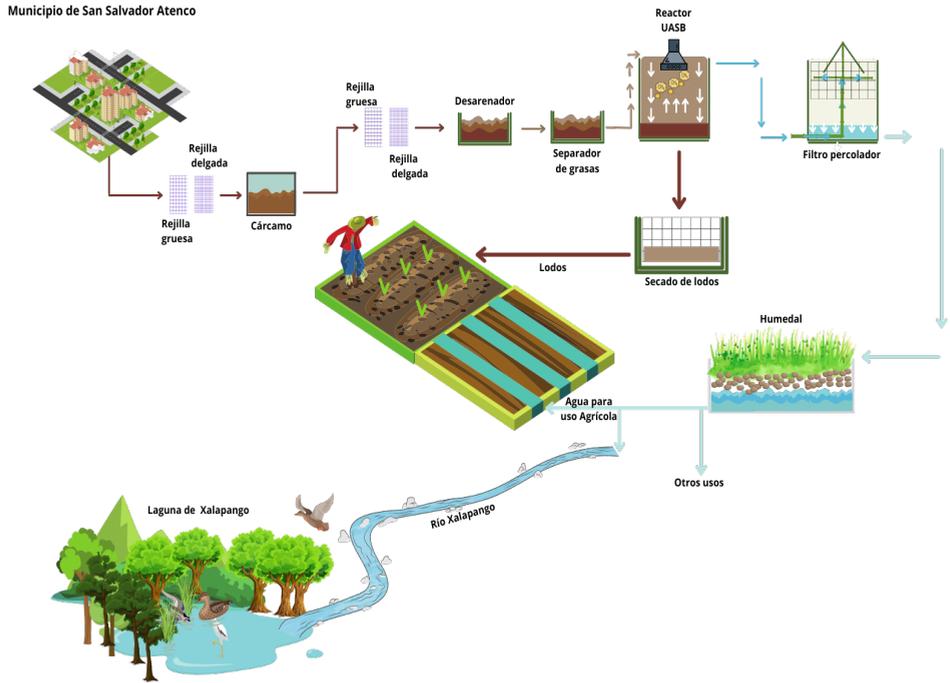


Figura 6. Tren de tratamiento propuesto para la parte baja de la microcuenca



Conclusiones

Durante esta investigación vimos que la mala calidad del agua en la microcuenca del río Xalapango es semejante a la reportada en otros cuerpos de agua a escala nacional. Se pudo constatar, por medio de recorridos, que el problema de contaminación por el vertido de agua residual en el cauce del río Xalapango responde a las características de las poblaciones.

Una de las propuestas que se esgrimen para superar la falta de operación de los sistemas de tratamiento por parte de los municipios es que los sistemas comunitarios autónomos de agua sean operadores del sistema de tratamiento, mediante una coadministración del agua con las autoridades municipales.

Una de las condiciones que se tuvieron que cumplir para comenzar a visualizar una solución al problema de saneamiento del agua residual que se produce en la microcuenca del río Xalapango es el diseño de los sistemas de tratamiento. El diseño que se propone en esta investigación responde a las inquietudes planteadas por la comunidad en el sentido de que son soluciones basadas en la naturaleza y que tienen bajo impacto económico, en comparación con otras tecnologías que son, en la mayoría de los casos, impuestas desde una ideología mercantilista.

Otro de los aspectos primordiales que se logró superar con el diseño de estos sistemas de tratamiento de agua residual fue disminuir la dependencia de personal técnico especializado en la operación del sistema de tratamiento, debido a que los pobladores de las comunidades están familiarizados con el tratamiento de agua residual mediante humedales y biodigestores, y esto forma parte de su quehacer.

Sin duda quedan tareas pendientes por reforzar. Una es la exigencia de una nueva ley general de aguas nacionales, donde se dé reconocimiento y dote de certeza jurídica plena a los sistemas comunitarios de agua potable y saneamiento.

Bibliografía

- Andrew, H. D. (2018). *Eutrophication. Handbook on Marine Environment Protection*, Bermen, Springer, Dordrecht.
- Bonanno, G. y Vymazal, J. (2018). “Translocation, accumulation and bioindication of trace elements in wetland plants”, *Science of the Total Environment*, núm. 631, pp. 252-261. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.03.039>
- Bradbury, H. (2015). *Action research. What is good action research*, California, Sage.
- Chakraborty, S. K. (2021). “River Pollution and Perturbation: Perspectives and Processes”, *Riverine Ecology*, vol. 2, pp. 443-530.
- Conagua (2014). MIA Regulación y saneamiento de los ríos de oriente del Lago de Texcoco, México.
- (2018). Catálogo general de PTAR, México.
- (2020a). Índices de calidad de agua, México.

- (2020b). Programa Nacional Hídrico 2020-2024, México.
- (21 de junio de 2021). Sistema Nacional de Información del Agua. Obtenido de Calidad del agua (nacional). Disponible en <http://sina.conagua.gob.mx/sina/index.php>
- Connor, R. (2021). *The United Nations World Water Development Report 2021*, UNESCO.
- Durante, O. G. (2018). Contaminación del agua en países de bajos y medianos recursos, un problema de salud pública, *Revista de la Facultad de Medicina*, pp. 7-8.
- EPA Agency (2010). EPA 1664 B.
- García, P. Á., Hach, J. L. y Moller, C. M. (2019). *Estudios sobre protección de ríos, lagos y acuíferos desde la perspectiva de los derechos humanos*, México, Comisión Nacional de los Derechos Humanos.
- IANAS (2019). *Calidad del agua en las Américas, riesgos y oportunidades*, México, UNESCO-IHP.
- Inegi (2020). *Demografía y sociedad*, México.
- Irvine, K. (2004). *Water Quality Index Calculation*, Buffalo State, Canadian Council of Ministers of the Environment.
- Kumar, R. y McMasters, F. (2017). “Planning and Design of Sewerage Infrastructure for a Congested Area in Delhi: A Case Study towards Pollution Abatement in River Yamuna”, *American Society of Civil Engineers*, pp. 249-260.
- Moradell, I. y Renau, A. (2019). “Contaminación de aguas subterráneas. Algunos ejemplos”, *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, vol. 27, núm. 1, p. 3.
- Panamerican Health Organization (2020). *2030 Agenda for Drinking Water, Sanitation and Hygiene in Latin America and the Caribbean: A Look from the Human Rights Perspective*, Washington, PAHO.
- P.H. Association (2005). *STD Methods 9223B-21ST*, México.
- Rivera, L. M. *et al.* (2018). Ecosystemic Assessment of Surface Water Quality in the Virilla River: Towards Sanitation Processes in Costa Rica. *Water*.
- Rou, X. *et al.* (2020). Assessment of Biological Toxicity and Ecological Safety for Urban Black-Odor River Remediation, *International Journal of Environmental Research and Public Health*. doi: <https://doi.org/10.3390/ijerph17031025>

- Secretaría de Economía (2001). NMX-AA-029-SCFI, México.
- (2010). NMX-AA-26-SCFI, México.
- (2012). NMX-AA-03/01-SCFI, México.
- (2015). NMX-AA-034-SCFI, México.
- Secretaría de Gobernación (2022). Área natural protegida Lago de Texcoco, México.
- Semarnat (2016). *Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento*, México.
- Torre, F. B. (2017). “Los recursos hídricos en el mundo”, *Cuadernos de Estrategia*, núm. 186, pp. 21-70.
- Wasserman, R. J. (2019). “River nutrient water and sediment measurements inform on nutrient retention, with implications for eutrophication”, *Science of The Total Environment*, núm. 684, pp. 296-302.
- WWAP (2017). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2017. Aguas Residuales: El recurso desaprovechado*, París, UNESCO.

Capítulo 5

La ciudadanía y la demanda del servicio de agua potable en Zacatecas, 1913-1927

José Raúl Reyes Ibarra*

Resumen

La mayoría de los estudios que examinan la creación de un servicio muestran cómo las autoridades y gobiernos locales modificaron y mejoraron los sistemas de abasto. No obstante, aún faltan investigaciones donde se estudie la participación del consumidor y se enfatice el surgimiento y evolución de la demanda. En este sentido, en el presente capítulo se tiene como objetivo analizar cuál fue el papel de la población en la creación y expansión de la solicitud de agua entubada en la capital de Zacatecas. Se propone iniciar en 1913 con las primeras conexiones. Se concluye en 1927 con las gestiones realizadas por el gobierno del estado para la construcción de obras de captación y almacenamiento de agua potable. Para ello se ha efectuado una aproximación al proceso de abastecimiento y distribución del agua potable a partir de fuentes primarias y secundarias.

Palabras clave: aguador, servicios públicos, proyectos hidráulicos, gestión del agua, consumo.

* Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, doctorado en Historia Moderna y Contemporánea [jrreyes@institutomora.edu.mx] ORCID: 0000-0002-7987-3191

Abstract

Most studies examining the creation of a service show how local authorities and governments modified and improved supply systems. However, there is still a lack of research that studies consumer participation and emphasizes the emergence and evolution of the demand. In this sense, the objective is to analyze what was the role of the population in the creation and expansion of the request for piped water in the capital of Zacatecas. It is proposed to start in 1913 with the first connections of piped water. It concludes 1927 with the efforts made by the state government for the construction works for the collection and storage of drinking water in the city. To develop this work, the methodology used consisted of an approach to the process of supplying and distributing drinking water from primary and secondary sources.

Keywords: Water carries, public services, hydraulic projects, water management, consumption.

Introducción

En Zacatecas, al igual que en otras ciudades de México,¹ durante las últimas décadas del siglo XIX y las primeras del XX se experimentaron cambios producidos por la modernidad hidráulica. Se introdujeron innovaciones en el abasto que iban relacionadas con nuevas concepciones sobre los espacios urbanos, otras formas de concebir la higiene y de combatir la transmisión de enfermedades, así como novedosos materiales y tecnologías. Estos cambios desembocaron en la puesta en marcha de un sistema moderno que contemplaba el abasto domiciliario, orientado a satisfacer las necesidades domésticas de sus habitantes; cabe señalar que dichas transformaciones se presentaron de manera progresiva y desigual.

La mayoría de estos estudios centran su análisis en la documentación gubernamental para examinar la creación de la oferta del servicio, muestran cómo las autoridades y gobiernos locales modificaron y mejoraron los sistemas de abasto de agua. No obstante, aún faltan in-

¹ De acuerdo con Goubert (1986:34-35), en Europa estos cambios sucedieron desde finales del siglo XVIII y principios del XIX.

vestigaciones en las que se estudie la participación del consumidor y se enfatice el surgimiento, así como la evolución de la demanda del servicio. A partir de estos elementos se podrá comprender cómo surgió una nueva necesidad que paulatinamente fue adoptándose por el grueso de la población.

Partimos de la idea de que los propios actores y grupos sociales son los que demandan la construcción de servicios; lo anterior les brinda la posibilidad de habitar, apropiarse de los espacios urbanos y convertirlos en espacios privados. En este sentido, se tiene como objetivo analizar cuál fue la participación de los ciudadanos en la creación y expansión de la demanda de agua entubada en la capital de Zacatecas, entre las primeras dos décadas del siglo XX. Se inicia en 1913 con las primeras conexiones y se concluye en 1927 con las gestiones realizadas por el gobierno del estado para la construcción de obras de aceptación y almacenamiento de agua potable en la ciudad.

El texto se organiza en seis apartados. Después de una breve introducción, se abordan algunos postulados teóricos que serán de utilidad para desarrollar la investigación; posteriormente, se examina cómo estaba estructurado el sistema de abasto en la ciudad; después se analiza la participación de la población en las mejoras del servicio; inmediatamente se estudian las mejoras en el servicio y, finalmente, se proporcionan algunas conclusiones.

Los servicios urbanos, la ciudadanía y el espacio público

La demanda de servicios y la divergencia de intereses y discursos que la legitiman se desprenden de la variedad de espacios públicos. En estos lugares, la gente de las ciudades se relaciona, intercambia información, se organiza y establece lazos de identidad. De esta forma, el servicio público es una experiencia adscrita a la ciudad (Rodríguez, 1995:169). y su funcionamiento contribuye a la conformación de comportamientos, modos de pensar y actividades que constituyen a la “urbanización del comportamiento” (Vries, 1987:25-27). De acuerdo con lo anterior, el análisis de la creación y expansión de la demanda –así como los conflictos que se desprenden de la reivindicación del derecho a recibir los beneficios de un servicio y/o la negativa a utilizarlo– evidencian las organizaciones y

formas de negociación de los grupos e instituciones involucradas en la gestión de las obras. Así pues, es importante asumir que no sólo el Estado genera las obras, sino también éstas lo consolidan, y en este proceso influyen y son influidos los grupos sociales involucrados en la construcción de un servicio (Connolly, 1999:147-150).

La intervención de la autoridad es un elemento que ayuda a comprender la evolución y desarrollo de la demanda de un servicio público. Por un lado, dicha mediación se ve reflejada en la ejecución de las obras públicas y, por el otro, se manifiesta en los intentos oficiales por vencer la resistencia de los habitantes a adaptar el nuevo servicio. La relación entre poderíos y grupos urbanos que lo solicitan es un factor esencial para comprender la conformación y desarrollo de la demanda. Así, se da la existencia de mecanismos de organización e interlocución; por medio de éstos los ciudadanos llevan peticiones al ámbito institucional desde donde se controla el servicio público que se solicita (Rodríguez, 1995:176-180).

De este modo, el problema de la demanda de servicios públicos se relaciona directamente con el tema de la ciudadanía. T.H. Marshall la define como un estatus que se concede a los miembros de pleno derecho de una comunidad, siendo sus beneficiarios iguales en cuanto a los derechos y obligaciones que implica. Para él, conlleva la existencia de un sentimiento de pertenencia a la colectividad basada en la lealtad de una civilización, ésta se percibe como patrimonio común y su desarrollo se ve estimulado por la lucha que distintos grupos sociales emprenden para ganar los derechos que implican el estatus de ciudadano. De esta forma, el concepto tiene un carácter histórico (Marshall, 1998:22-23) que ha trazado las posibilidades y las restricciones que definen la membresía completa a la sociedad en términos de lo que significa tener derechos y obligaciones en el territorio de un Estado-nación (Ramírez, 2003:40).

En un principio, la demanda de un “servicio novedoso” tiende a ser privativa de la élite, que pueden adquirirlo en aras de reforzar su identidad y evidenciar su poder adquisitivo. No obstante, con el paso del tiempo aquellos bienes, que eran un lujo, se vuelven productos comunes. En ese sentido, el problema de la demanda de servicios públicos se relaciona con el tema de la ciudadanía, cuyas características en el campo de la esfera pública varían de acuerdo con el grupo social y sus formas de organización. Esto, involucra tanto el reclamo de derechos como la aceptación

de obligaciones que acompañan la introducción y/o adopción de un servicio público.

Lo público, como espacio de la ciudadanía, se plantea en oposición a lo privado –lo individual, lo familiar, la propiedad–. Estos campos coexisten de manera articulada, se reorganizan y resignifican de acuerdo con las transformaciones de la vida social. Aquellos lugares, sedes de diversas formas de organización y de convivencia, de trabajo y de participación, conviven con los espacios de movilidad que, además de articular funcionalmente los múltiples centros y periferias urbanas, constituyen lugares de trayectorias y de experiencias cotidianas de la gente (Ramírez, 2008:35).

Planteado de esta forma, los habitantes que reclamaban el servicio de agua a domicilio como un derecho ciudadano, debieron pagar una cuota, colocar tuberías y medidores, así como aceptar la inspección periódica de sus instalaciones por parte de las autoridades (Ogle, 1993:329-330), es decir, consentían que el gobierno entrara a sus hogares, invadiendo el espacio privado que hasta ese momento se había mantenido fuera de la injerencia gubernamental.

En el debate que existe en torno al espacio público, a la ciudadanía y a su ejecución en términos de derechos y obligaciones, se distingue la perspectiva urbanística que aborda la importancia de pensar la ciudad en el contexto de los procesos de transformación urbana. El espacio público puede presentar dos valoraciones. La primera, como “el lugar donde se manifiesta en muchos casos con más fuerza la crisis de ciudad o de urbanidad” y en el que se expresan las nuevas realidades urbanas. La segunda, inscrito en sus capacidades potenciales que, como espacio político, lo convierte en un medio de acceso a la ciudadanía y en mecanismos redistributivo, de integración social y de articulación espacial (Ramírez, 2003:41-42).

El sistema de abasto de agua en Zacatecas

Tras la necesidad de cubrir la petición de agua en las urbes, tanto pequeñas como grandes, surgió la demanda de adecuar la infraestructura relacionada con el suministro del recurso. De ahí que el conjunto de elementos que estructuraron el abastecimiento de agua de los nuevos

asentamientos en un primer momento, y de las ciudades después, se caracterizó por un sistema denominado clásico. En él se empleaba poca tecnología para la extracción, distribución y captación del líquido; bajo este sistema los habitantes lograban dotarse del recurso. Su escaso consumo per cápita no alcanzaba los 5-10 litros por día; la diversidad de tipos de suministros: colectivos –acequias y acueductos– e individuales –pozos y aljibes–, y las limitaciones técnicas que presentaba, en especial la dificultad de acceder a todas las fincas urbanas, son sus principales características. Además, había poco control sobre el agua debido a que la mayoría de los conductos que transportaban el líquido eran a cielo abierto, lo que facilitaba su contaminación (Matés, 1999:37-38).

El sistema empleado en la mayoría de las ciudades mexicanas del siglo XIX y principios del XX estaba compuesto por tres secciones: la primera, conformada por los acueductos que transportaban el líquido desde los manantiales o pozos; el segundo, integrado por las “cajas de agua” que almacenaban el recurso para ser distribuido; y, finalmente, las cañerías que permitían conducir el recurso hasta las fuentes públicas donde la población la tomaba para sus necesidades (Birrichaga, 1998:193; Tortolero, 2000:61). En la capital de Zacatecas no se encuentra evidencia de la existencia del segundo elemento, de ahí que, ante la ausencia de las cajas, el agua llegaba directamente a las fuentes, las cuales tenían una doble función: por un lado, proporcionaban el recurso a la población y, por el otro, adornaban el paisaje urbano de la ciudad. Éstas se ubicaban generalmente en una plaza, espacio que se constituyó como un centro vital, tanto para la traza urbana como para la organización de la vida diaria, pues ahí acudían a diario aguadores y vecinos desarrollando formas de sociabilidad (véase Mapa 1). Las había públicas y privadas. Las primeras surgen a raíz de dotar a la población de agua para satisfacer sus necesidades domésticas (SESCOSSE, 1991:7-8).

El suministro de las fuentes públicas en la ciudad, aunque precario, se hacía mediante las negociaciones mineras de Quebradilla, San Rafael, Mala Noche, La Plata y otras ubicadas en los alrededores, que cedían en “beneficio del común” todo el recurso del desagüe. Sin embargo, mucho del líquido extraído no reunía las características de un agua potable debido a que estaba impregnada de minerales y, a pesar de ello, ante la falta del líquido, la población continuaba empleándola. No obstante, este método no permitió paliar el inconveniente de forma definitiva, pues

“las fuentes empezaron a secarse por el cierre de las minas” (Pankhurst, 1909:379), a raíz de la disminución en la extracción de plata y otros minerales que suspendió su explotación.

Las familias más acomodadas, generalmente contaban con una fuente cercana a su domicilio, o bien tenían una adentro de sus casas, con lo cual se aseguraba el pronto acceso al agua. Sin embargo, no todos gozaban de esa bondad, de ahí que para obtener el líquido era necesario acudir a las fuentes públicas o contratar el servicio ofrecido por los aguadores, quienes tenían por cometido llevar el agua, en cubas o cántaros, desde las fuentes a los domicilios de los vecinos que podían pagar por ello.

Esta actividad regularmente fue desempeñada por individuos “de baja clase social pertenecientes a grupos marginales” (Pankhurst, 1909:379). Por ser parte de un servicio público, se les reglamentó para su adecuado funcionamiento, por tanto, era indispensable contar con una licencia, entregada una vez hecho el registro. Así pues, los aguadores, al igual que cargadores, lecheros y sirvientes, debían cumplir con los requisitos que estipulaba la autoridad municipal, cuyo interés no sólo estaba encaminado a salvaguardar las garantías de los consumidores, sino que era una manera en que se podía obtener un recurso monetario, ya que se estipuló la obligación de “pagar la cuota que les asigne la Presidencia Municipal”.²

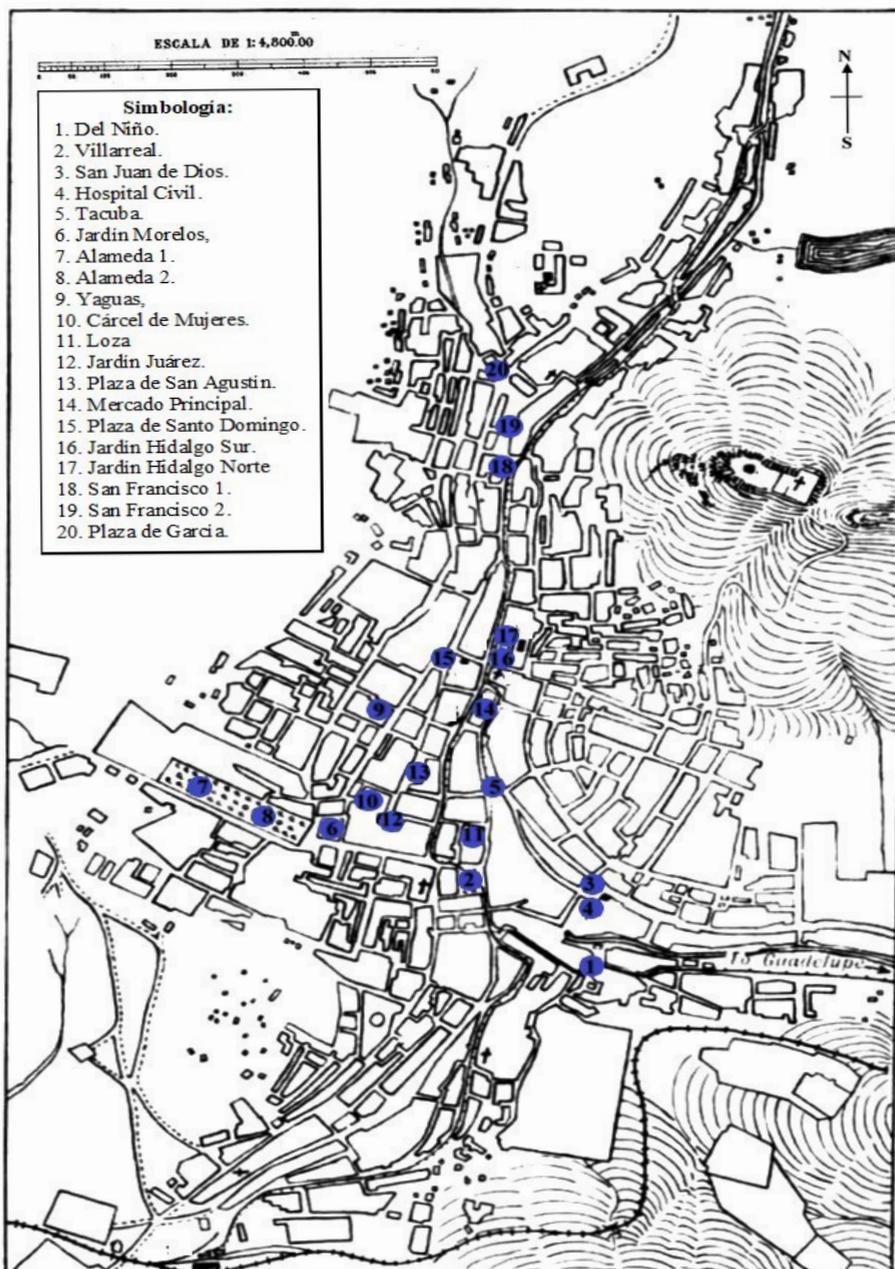
En esta línea, todos los vendedores de agua debían pagar su inscripción. Durante los primeros años del siglo XX, la cantidad era de 60 centavos.³ No obstante, para 1917 la suma se había reducido, pues según el plan de arbitrios municipal, en su capítulo once, se estipulaba que debía ser de \$0.50, al igual que los mozos, boleros y papeleros; por su parte, y quizá porque era más redituable su trabajo, los cargadores y lecheros debían cubrir el doble.⁴

² AHMZ, Fondo: Impresos I, núm. 132, *Plan de Arbitrios del Municipio de la Cabecera de la Capital, formulado de acuerdo con la ley de hacienda Municipal*, Imprenta, encuadernación y Rayados de Enrique García, 1917, Zacatecas, p. 11.

³ AHEZ, Fondo: Jefatura Política; Serie: Fianzas; caja; exp. 69, fj. 6.

⁴ AHMZ, Fondo: Impresos I; núm. 132; caja: 1, *Plan de Arbitrios del Municipio de la Cabecera de la Capital, formulado de acuerdo con la ley de hacienda Municipal*, Imprenta, encuadernación y Rayados de Enrique García, 1917, Zacatecas, p. 11.

Mapa 1. Fuentes públicas de la ciudad de Zacatecas a inicios del siglo xx



Fuente: Elaboración propia con base en Terry (1910:38-39) y Correa (1894).

La cifra que debían sufragar los aguadores de número al inscribirse no se mantuvo fija, ésta sufrió algunas variaciones: para 1919 oscilaba entre 50 centavos y 2 pesos,⁵ manteniéndose así hasta 1921.⁶ Lo mismo sucedió con los cargadores, de ahí que su inscripción fluctuaba entre uno y tres pesos anuales durante 1918⁷ y 1921. Por otro lado, los lecheros fueron los que sufrieron la mayor alza, su cantidad alcanzaba los cinco pesos en 1918, un año después se redujo a tres, manteniéndose así hasta 1921.

Los pozos fueron otro de los primeros mecanismos que permitieron el acceso al agua de forma manual; los había particulares o de propiedad municipal. Los primeros, generalmente, se encontraban en los patios de las casas o en sus alrededores; los segundos, en la periferia de la capital, que por ser parte del ayuntamiento, éste se encargaba de su mantenimiento. Su importancia radicaba en que, cuando escaseaba el agua en los departamentos del municipio, las fuentes públicas recibían muy poco líquido, de ahí que los pozos proporcionaban la necesaria para los quehaceres domésticos.

En Zacatecas había dos tipos de agua: “las potables o buenas”, extraídas de pozos, aljibes, ríos y/o manantiales que, por sus características, eran usadas para los usos domésticos; y las no potables o “saladas”, que provenían de los tiros de las distintas minas que se establecieron en los alrededores de la urbe. Así pues, por medio del empleo de estas aguas, la población de la ciudad de Zacatecas, y con el uso de los mecanismos típicos del sistema clásico, permitió dotar de líquido a sus pobladores durante todo el siglo XIX. Los mecanismos que conformaron tal sistema siguieron vigentes aun en las primeras décadas del siglo XX, y aunque

⁵ AHMZ, Serie: Impresos I, núm. 134, caja: 1, *Plan de arbitrios del Municipio de la Capital*, Imprenta, encuadernación y rayado de Enrique García Rosales, Zacatecas, 1919, p. 42.

⁶ AHMZ, Serie: Impresos I, núm. 136, caja: 1, *Plan de arbitrios del Municipio de la Capital aprobado por el H. Ayuntamiento el 7 de enero de 1921*, Talleres de Enrique García, Zacatecas, 1921, p. 39.

⁷ AHMZ, Fondo: Impresos I, núm. 133, caja: 1, *Plan de arbitrios del Municipio de la Cabecera de la Capital*, Imprenta, Encuadernación y Rayados de Enrique García, Zacatecas, 1918, p. 35.

existieron varios proyectos con la intención de renovar la infraestructura hidráulica, ninguno logró concretarse.⁸

A inicios del siglo XX, con una población que alcanzaba los 30 mil habitantes, la cantidad de agua que se entregaba al consumo público por día era de 309,100 litros, es decir, 10 litros por persona (Pankhurst, 1909:38), dosis que en promedio se consumía en la época colonial (Aboites, Birrichaga y Garay, 2010:27). De acuerdo con los preceptos higiénicos de la época, la oferta de agua era insuficiente. Por ejemplo, en comparación con las ciudades europeas, estaba por debajo del nivel, ya que en 1890 alcanzaban los 100 litros por habitante al día (Matés, 1999:187), y en la Ciudad de México oscilaba entre 110 y 115 litros por persona.⁹

Actores y nuevas demandas en el abasto urbano

En la primera mitad del siglo XX el abasto y distribución del agua se presentó en dos modalidades. La primera consistía en que los ayuntamientos prestaban el servicio a la población por medio de “tomas” o “mercedes”, lo cual permitía a los usuarios conectarse a la red. Por su parte, en la segunda los gobiernos estatales concesionaban el abasto de agua potable a compañías particulares, que se encargaban de ofrecer el servicio, en su mayoría con la obligación de conectarse a la red privada por medio de contratos. Debido a las dificultades económicas y/o políticas, en varias ciudades de alternaban ambas modalidades (Birrichaga, 1997:97).

El privilegio de contar con agua en la vivienda en México inició desde el siglo XIX, de ahí que en cada ciudad la expansión de la demanda de abasto domiciliario se expresó en diferentes periodos y bajo contextos muy disímiles. Toluca comenzó con la solicitud de mercedes, en un prin-

⁸ Entre 1889 y 1910, alrededor de seis propuestas fueron presentadas ante el cabildo sin ningún éxito debido a que se consideraba que cualquier iniciativa que fijara un costo por el líquido estaba en contra del progreso y las mejoras de la ciudad. Al respecto, consúltese: Rodríguez (2013:91-102). Por otro lado, Julián Ruiz presentó ante las autoridades su proyecto para la introducción de agua potable a la ciudad en 1901, sin embargo, tampoco logró concretarse (Ruiz, 1909).

⁹ Cantidad estimada por las autoridades en 1885, pero en la realidad la cuota no pasó de 80 hasta 1904 (Simón, 2009:144).

cipio la petición estaba relacionada con fines comerciales debido a que era requerida para abastecer a los corrales y los baños públicos establecidos en la localidad (Castañeda, 2005:85-95; Camacho, 2005:67-75). Después de la segunda mitad del mencionado siglo, el interés cambió por razones de “comodidad” e “higiene”, lo cual permitió que surgiera la solicitud para consumo doméstico.

Nuevo León, después de firmar un contrato con una empresa privada para construir y explotar un sistema de agua potable y drenaje, en 1909 concluyó las obras, con las cuales la línea principal de distribución alcanzó una extensión de 106 kilómetros, suficiente para abastecer a diez mil tomas (Birrichaga, 2014:210). Por su parte, San Luis Potosí entró en la misma dinámica a finales del siglo XIX, cuando el “sector ilustrado” expresó la necesidad y la demanda no sólo para uso doméstico, sino para mejorar la salud y embellecer la ciudad (Camacho, 2001:53-114).

Zacatecas no corrió con la misma suerte, ya que este cambio se empezó a vislumbrar en 1913, cuando el municipio permitió “el consumo de agua para algunas casas que lo soliciten, pagando mensualmente la cuota correspondiente”.¹⁰ Es probable que dicha medida fuera autorizada como un medio para mejorar la salud pública, ya que tan sólo entre 1902 y 1912 la capital presentó 1,900 defunciones –de un total de 8,362– atribuidas a diarrea y enteritis, enfermedades vinculadas con el desabasto y mala calidad del agua (Hesby, 2011:176-177).

La disminución de la población que presentó la ciudad también se explica por la Revolución Mexicana y, en particular, la Toma de Zacatecas, que estalló en 1914, la cual dejó a la capital con un “aspecto aterrador de tristeza y desolación: las calles, las plazas y los cerros estaban materialmente sembrados de cadáveres [...] por todas partes ruinas, escombros y basura” (Vidal, 2017:238). Durante y después del conflicto, su población disminuyó considerablemente, a raíz de la escasez de trabajo y el temor que dejó la contienda. La situación se agravó demasiado, muchos vecinos se vieron obligados a abandonarla en busca de mejores condiciones y oportunidades (Ceballos, 2014:253-285).

En el mismo año que se inició con las tomas domiciliarias, el Consejo de Salubridad solicitaba al jefe político “[...]vigilará] las tomas de agua y a los aguadores ambulantes para que estos no vendan agua que pueda ser

¹⁰ AHMZ, Fondo: Ayuntamiento; Serie: Ramo de Aguas; caja: 1; exp. 10, fj. 2.

Cuadro 1. Población de la capital de Zacatecas, 1892-1930

Año	Número de habitantes
1892	41,271
1895	39,912
1900	32,866
1910	25,900
1921	15,462
1930	18,800

Fuente: elaboración propia a partir de Peñafiel, 1899; *Estadísticas sociales del Porfiriato, 1956*.

nociva a la salud, como sucede actualmente con la que extraen de la noria del barrio de la Pinta”.¹¹ Además, se le recomendó a la policía vigilar que los aguadores no tomaran el agua que corría del arroyo que atraviesa la ciudad, porque el líquido lo vendían como potable, lo que causaba grandes prejuicios a la salubridad pública, pues era bien sabido que contenía sustancias nocivas, lo que agravaba la salud de la población.¹²

A partir de lo anterior, un sector mínimo de la población zacatecana empezó a solicitar “mercedes” para uso particular por medio de contratos; en éstos se autorizaba disponer de “ciento cincuenta litros de agua diariamente”, para lo cual debía pagar una cuota mensual de ocho pesos en la Dirección General de Rentas.¹³ Los gastos derivados serían cubiertos por el interesado, quien tenía la obligación de emplear tubos de tres cuartos de pulgada. Además, era necesario mandar un escrito a la Comisión de Aguas para solicitar el servicio. Una vez autori-

¹¹ AHMZ, Fondo: Jefatura Política; Serie: Ramo de Aguas; caja 1; exp. 67, fj. 1.

¹² AHMZ, Fondo: Ayuntamiento; Serie: Actas de Cabildo; caja 17; fj. 41.

¹³ Archivo Histórico del Estado de Zacatecas (en delante AHEZ), Fondo: Ayuntamiento; Serie: Abasto de aguas; exp. 118.

zado, la conexión debía hacerse por los “mecánicos”, quienes tenían el compromiso de notificar cuando se hubiera finalizado el trabajo para dar el aviso respectivo, por escrito, a la tesorería para recoger el cobro del impuesto.

Los pocos usuarios que contaban con el servicio tenían la solvencia económica para sufragar los gastos. Así, el dueño también tenía el compromiso de notificar a la autoridad desde cuándo hacía uso del servicio en su casa-habitación; sin embargo, hubo quienes no lo hacían con el fin de evitar el pago, de ahí que “se pasan meses [...] recibiendo servicios municipales de agua en sus respectivos domicilios sin verificar el pago de impuesto”.¹⁴

En la ciudad de Zacatecas había dos tipos de tomas: las de agua potable, empleadas para consumo doméstico y las de agua salada, usadas para regado, aseo y limpieza de las habitaciones.¹⁵ A inicios de 1920 se tenían 10 tomas de las primeras, de las cuales siete correspondían a casa habitación y el resto para establecimientos; mientras que nueve personas y sólo un establecimiento gozaban de las segundas.¹⁶ Sin embargo, las obras que implicaban contratar el servicio resultaban poco accesibles para el grueso de la población, situación que limitó contar con agua en sus domicilios. Por otro lado, las que tenían tomas domiciliarias gozaban de cierta comodidad, aunque resultaba gravoso porque pagarían por un recurso que estaban acostumbrados a obtener de acuerdo con sus necesidades.

Para 1922 el ayuntamiento decidió incorporar “el servicio de agua” en el plan de arbitrios en 1923. En su capítulo XVI, artículo 147, se estipulaba que quien deseara disfrutar el servicio a domicilio debía solicitarlo por escrito a la presidencia, expresando el uso a que iba a destinarla, pues la había salada y potable. La petición sería aprobada siempre y cuando la presidencia y la Comisión de Aguas consideraran que el abastecimiento público no sería afectado por el servicio. También se establecieron las tarifas para cada tipo de servicio, cuyo pago sería efectuado

¹⁴ AHEZ, Fondo: Ayuntamiento; Serie: Ramo de Aguas; caja: 1; exp. 38, fj. 4.

¹⁵ Hemeroteca Pública Mauricio Magdaleno (en frente HPMM), *El Centinela*, periódico de propaganda liberal, Zacatecas, 9 de junio de 1901, año 1, núm. 8, p. 4.

¹⁶ AHME; Fondo: Ayuntamiento; serie: Ramo de Aguas; caja: 1; exp. 34, f. 6; fecha: 19 de febrero de 1920.

en mensualidades dentro de los primeros días de cada mes. Además, se estableció la necesidad de cuantificar la cantidad de agua consumida.

El agua potable para uso doméstico oscilaba entre los tres y cinco pesos, mientras que la empleada para “usos industriales” estaba entre los ocho y 50 pesos. A pesar de que se consideraba una barbaridad emplear el agua más potable para el abrevadero de los animales, se incorporó su tarifa, pues durante ese periodo aún prevalecía una gran cantidad de establos en la ciudad.¹⁷ De acuerdo con el artículo 152 del Plan de Arbitrios, los únicos establecimientos a los que se les concedía el servicio gratuitamente eran los edificios del estado y los de beneficencia, que a juicio del ayuntamiento fueran más indispensables.

No obstante, pronto se presentaron inconformidades entre los usuarios, pues les era difícil pagar mensualmente por un servicio que estaban acostumbrados a obtener gratuitamente. De ahí que era muy frecuente la falta del pago, “causando recargos indispensables debido a la morosidad” de los usuarios. Una de las principales justificaciones estribaba en la falta de fondos para hacerlo, pues “sólo tenían para lo indispensable”;¹⁸ mientras que otros manifestaban “no haber tenido el servicio” durante determinados meses, de ahí que evitaban pagar por algo que no empleaban.¹⁹ A pesar de eso, el crecimiento se dio sobre todo para los establecimientos, tanto de agua salada como potable, debido a la necesidad del vital líquido, pues les permitía contar con el recurso constantemente para el desarrollo de sus actividades.

El 28 de enero de 1922 Manuel Zamudio, quien vivía en la calle Calderón núm. 39, envió una petición para “abastecer de agua buena la casa núm. 55 de la calle de los Perros de esta ciudad”.²⁰ Es probable que en su domicilio ya contara con el servicio, de ahí que quisiera obtenerlo en otra de sus propiedades. La petición desató una gran polémica, pues se consideró que el contar con dicho servicio formaba parte de un

¹⁷ Archivo Histórico Municipal de Zacatecas (en delante AHMZ), Fondo: Ayuntamiento; Serie: Impresos; núm. 137, *Plan de Arbitrios del Municipio de la Cabecera de la Capital*, aprobado por el H. Ayuntamiento el 7 de diciembre de 1922, p. 31.

¹⁸ AHEZ, Fondo: Ayuntamiento; Serie: Ramo de Aguas; caja: 1, exp. 52.

¹⁹ AHEZ, Fondo: Ayuntamiento; Serie: Ramo de Aguas; caja 1; exps. 50, 53, 52, 58, 62, 69 y 72.

²⁰ AHEZ, Fondo: Ayuntamiento; Serie: Ramo de Aguas; caja: 1; exp. 50, fj. 1.

Cuadro 2. Tarifa del servicio de agua potable, 1923

Tipo de servicio	Calidad del agua	Cuota mensual
Usos domésticos	Potable	\$5.00 a \$10.00
Baños y hoteles	Potable	\$10.00 a \$15.00
Hoteles	Potable	\$8.00 a \$15.00
Baños	Potable	\$8.00 a \$15.00
Establos y mesones	Potable	\$12.00 a \$15.00
Usos industriales	Potable	\$8.00 a \$50.00
Usos domésticos	Salada	\$3.00 a \$5.00
Hoteles	Salada	\$5.00 a \$10.00
Establos y mesones	Salada	\$6.00 a \$10.00
Usos industriales	Salada	\$4.00 a \$30.00

Fuente: elaboración propia a partir de: AHMZ, Fondo: Impresos, núm. 139, *Plan de arbitrios del Municipio de la Capital*, del Municipio de la Cabecera de la Capital. Aprobado por el H. Ayuntamiento el 7 de diciembre de 1922, p. 23.

privilegio o monopolio, más en una ciudad donde el agua escaseaba, de ahí que se pensaba que se atentaba contra los que carecían de dicha instalación, pues se daría preferencia por los que pagaban:

El pueblo en general tiene derecho a disfrutar en conjunto de todo aquello que sus administradores puedan en cumplimiento del deber proporcionarle, porque el pueblo en conjunto, en general, es quien lo paga. El agua en Zacatecas constituye el elemento de vital importancia como en todas partes, pero aquí el problema es más arduo con que se ha tropezado toda la vida y, conceder permisos para que un individuo o corporación disfrute a su antojo de plena satisfacción de este elemento del cual carece en abundancia el pueblo y solo porque paga una cuota que resulta reducida para el Municipio tomando en consideración el gasto y el uso del agua que hacen.²¹

²¹ AHEZ, Fondo: Ayuntamiento; Serie: Ramo de Aguas; caja: 1; exp. 50, fj. 2.

De acuerdo con la Comisión de Aguas, el sacrificio del municipio era bastante para dotar, “aunque sea una pequeña escala agua potable para no morir de sed y para los usos diarios” de sus habitantes, además le resultaba elevada la extracción y conducción del líquido hasta la ciudad, por lo que pedía a la Asamblea no aprobara la petición de Manuel Zamudio y, dado el elevado número de permisos, no otorgara más y, mejor estudiara “detenidamente el problema del agua para que, de manera general se beneficie todo el pueblo sin distinción alguna y menos por cuotas que resultan irrisorias si se toma en cuenta el costo y el sacrificio del pueblo, para abastecerse del preciado líquido”.²²

Un tema constante durante este periodo de transición, donde las autoridades locales intentaban cambiar el sistema de abastecimiento de agua, fue la ausencia de los pagos por parte de los propietarios, pues en 1924 varios usuarios solicitaron la condonación y/o reducción de la cuota por no poder con la contribución; conforme pasaban los meses, se sumaban otros con la misma petición.²³ El consumo de las primeras conexiones de agua entubada estaba limitada a la élite, es decir, a políticos, empresarios, comerciantes, servidores públicos y dueños de distintos establecimientos donde requerían del agua; con el paso del tiempo se convirtió en una necesidad asumida por la clase media y grupos populares.

En la segunda década del siglo XX se inició con un número muy reducido de toma domiciliaria. No obstante, dicho cambio se vio truncado por la escasez del recurso, por lo que se empezó a discutir el privilegio obtenido por un grupo selecto, cuando era evidente la falta del líquido para usos domésticos del grueso de la población. Lo anterior permitió la subsistencia de los aguadores, que lejos de desaparecer estaban conformándose en un sector importante en la ciudad.

El servicio de agua potable, ¿agua para todos?

Después de la segunda década del siglo XX, la introducción de agua potable en Zacatecas estaba cada vez más cerca. En este sentido, el municipio decidió incorporar “el servicio de agua” en el plan de arbitrios en

²² AHEZ, Fondo: Ayuntamiento; Serie: Ramo de Aguas; caja: 1, exp. 50, fj. 2.

²³ AHMZ, Fondo: Ayuntamiento. Serie: Abasto de aguas; caja: 1, exps. 70, 71 y 72.

1923. En su capítulo XVI, artículo 147, se estipulaba que quien deseara disfrutar el servicio a domicilio, debía “solicitar por escrito a la Presidencia Municipal la autorización necesaria para practicar las conexiones respectivas, expresando el uso a que iba a destinarla”.²⁴ La petición sería aprobada siempre y cuando la presidencia y la Comisión de Aguas consideraran que el abastecimiento público no sería afectado por el servicio y su suspensión se llevaría a cabo “por la carestía de agua” a juicio del ayuntamiento. De igual forma, se establecieron las tarifas para cada tipo de servicio, cuyo pago sería efectuado en mensualidades dentro de los primeros días de cada mes.

Para 1924, el número de tomas existentes en la capital zacatecana era de 41, con 48 hidrantes que suministraban el agua hasta los domicilios particulares y/o establecimientos.²⁵ Su número era reducido, pues “no [en] todas las casas [había] llaves de agua, sino que en varios lugares públicos hay hidrantes de donde aguadores la transportan en botes de lata a los domicilios”.²⁶ Para esta fecha existían 170 integrantes de este oficio distribuidos en la ciudad.

El cuartel del Seminario, el Colegio Margil y el Hospital Civil eran de los establecimientos que quedaban exentos de cuota, por ser de beneficencia, tal como lo estipulada el artículo 168 del plan de Arbitrios vigente,²⁷ mientras que los demás pagaban de acuerdo con el tipo de agua suministrada. Las cantidades oscilaban entre tres, cinco, siete, ocho, 10, 12, 15, 24 y 50 pesos, de los cuales, la mayoría sufragaba la segunda suma. Enrique García era el único que pagaba la máxima cuota, es probable que se deba al alto consumo que tenía en la calle San Francisco y por destinarla para usos industriales. Por su parte, los baños de la

²⁴ AHMZ, Fondo: Ayuntamiento; Serie: Impresos; núm. 137, *Plan de Arbitrios del Municipio de la Cabecera de la Capital*. Aprobado por el H. Ayuntamiento el día 7 de diciembre de 1922, p. 31.

²⁵ El Cuartel del Seminario, Hospital Civil, Pascual Corvera, Francisco Cordero y Celso Onofre contaban con dos hidrantes; el licenciado Rafael Marentes con tres; mientras que el Colegio de Margil disponía de cuatro.

²⁶ AHEZ, Fondo: Ayuntamiento; Serie: Ramo de Aguas; caja: 2, exp. 59, f. 1.

²⁷ AHMZ, Fondo: Impresos; núm. 1, *Plan de Arbitrios del Municipio de la Capital*. Tipografía Artística, Zacatecas, México, 1925, p. 56.

Filarmónica cubrían su servicio con 24 pesos mensuales, mientras que la fábrica de sodas “La Cruz Roja”, que distribuía sus productos en un “carro ligero de cuatro ruedas”,²⁸ pagaba la mitad, ambas propiedades de los hermanos Kuri.

Cada servicio tenía establecido un horario en el cual se dotaba del líquido, los que tenían una conexión de agua potable contaban con distintas horas: uno de 11 p.m. a 5 a.m., la mayoría y otro desde la 1 p.m. y toda la noche; el siguiente era todo el día y toda la noche; otro más de 6 a.m. a 9 p.m., y el último era el más reducido, de 1 a 4 p.m., mientras los que requerían de agua salada no tenían hora determinada. Por estos datos, se puede evidenciar que la tarifa empleada no era homogénea, pues hubo usuarios que pagaban lo mismo, pero gozaban del recurso por menos horas.²⁹

Sin embargo, la capital no contaba con la infraestructura hidráulica para expandir el servicio a un mayor número de usuarios. No obstante, en 1925 el gobernador Fernando Rodarte emprendió toda clase de gestiones para comenzar obras de captación y aprovisionamiento de agua potable. En sus iniciativas estaba la de construir obras al norte de la ciudad; sin embargo, según los cálculos, resultaba muy costoso conducir el líquido hasta la ciudad. Lo anterior lo llevó a buscar otro sitio donde no demandaran grandes capitales. Así, se encontró un área en la falda norte de las mesas del cerro del Cerillo con pequeños manantiales, así como el socavón de “Los Santiagos” y el tiro denominado “Jamaica”.³⁰

Se estimaba que las obras costarían más o menos 200 mil pesos, cantidad que aunque no era muy elevada, tomando en cuenta la magnitud del proyecto, el gobierno del estado no podía solventarla por su situación económica desfavorable. Animados por las mejoras que se proyectaban, los estratos bajos de la población se unieron a esta causa, a medida de sus posibilidades, pues aportaron desde 10 centavos hasta dos pesos, reuniendo un total de 80.25 pesos.³¹ Los empleados de los diferentes departamentos del ayuntamiento también formaron parte de las donaciones. Para incentivar la participación de los ciudadanos, el gobierno del estado

²⁸ AHEZ, Fondo: Ayuntamiento; serie: Ramo de Aguas; caja: 1, exp. 52, fj. 4.

²⁹ AHMZ, Fondo: Ayuntamiento; serie: Abasto de aguas; caja: 2, exp. 3.

³⁰ AHMZ, Fondo: Ayuntamiento; serie: Ramo de Aguas; caja: 2, exp. 30, fj. 3.

³¹ AHMZ, Fondo: Ayuntamiento; serie: Ramo de Aguas; caja: 2, exp. 7, fjs. 17-24.

donó 1,500 pesos. Bajo estos términos, los distintos grupos iniciaron su aporte para ayudar en la construcción de las obras para resolver el problema de agua en la ciudad.³²

El 15 de octubre de 1927, se declaró de “utilidad pública la construcción de las obras de aprovisionamiento de agua potable para la ciudad”. Además, concedió una subvención de 150 mil pesos a los contratistas de las obras, cantidad que sería pagada periódicamente, por mensualidades y sin perjuicio de ningún servicio de administración pública, por la tesorería general del estado. Por su parte, los contratistas que se encargarían de llevar a cabo los trabajos debían otorgar una fianza, a satisfacción del Ejecutivo del estado, para garantizar el cumplimiento del contrato. Además, se facultó a éste mismo para establecer la Oficina Administradora del Servicio de Agua.

La mayoría de las redes de distribución construidas en las principales ciudades únicamente abarcaban las partes céntricas, es decir, que el servicio nada más se limitaba a las clases privilegiadas. En Zacatecas el servicio proyectado sólo beneficiaría a las élites que vivían en las zonas céntricas de la ciudad debido a que sólo se establecería el servicio en las calles:

Guerrero, Luis Moya, Avenida Morelos, Plaza Independencia, Avenida Juárez, Alameda Juárez, Callejón de Velasco, Calle de Luis Moya, Calle Galeana, Plazuela de Santo Domingo, Calle Nicolás Bravo, Primera y Segunda de San Francisco, Calle de San José, Calle Aldama, Avenida González Ortega, Calle de Belisario Domínguez, Avenida Hidalgo, Calle Ignacio Hierro, Callejón del Lazo, Callejón de Cuevas.³³

Además, el servicio sólo estaba al alcance de quien contara con los recursos para adquirir una toma de agua en su vivienda, pues los interesados estarían obligados a instalar “a su costa el servicio indispensable para las necesidades de sus moradores”, comprometiéndose a pagar 20 pesos por derecho a toma. Conforme se expandían las tomas y a fin de llevar un mejor control, se dividiría la ciudad en secciones, colocándose en cada

³² AHMZ, Fondo: Ayuntamiento; serie: Ramo de Aguas; caja: 2, exp. 7, fj. 44.

³³ AHMZ, Fondo: Impresos; núm. 300; 1927, Instrucciones para los usuarios de aguas potables de la ciudad de Zacatecas.

una la tubería respectiva para proporcionar el servicio. Los propietarios de las fincas ubicadas dentro de cada sección estarían obligados a ejecutar, dentro de sus propiedades, las instalaciones, ya que era obligatorio el uso de las aguas proporcionadas por la Dirección de Aguas Potables.

En 1927 se inició el establecimiento de una novedosa tecnología para suministrar el líquido con las características que demandaban los preceptos higiénicos del siglo XX, ofreciendo la posibilidad de elevar la dotación de agua a cada habitante a cantidades que rebasaban los 100 litros por día, mediante una tubería principal que circulaba por una línea media de la ciudad, con ramales que se introducen por las calles y de ahí a los hogares. Por medio del circuito, se multiplicaban las longitudes del trayecto, para conducir grandes volúmenes de agua a presión a través de conductos de mayor resistencia.

La expansión del abasto domiciliario implicó que el agua dejara de ser propiedad privada y con esto se facultaba a las autoridades locales a exigir una cuota obligatoria para su distribución. En un primer momento, los grupos que demandaban el acceso al agua no aceptaron con facilidad estos cambios, sobre todo porque estaban acostumbrados a obtener el líquido con métodos muy diferentes. Posteriormente terminaron por aceptarlo debido a que el servicio terminó por convertirse en una necesidad reivindicada como derecho ciudadano por un número considerable de actores urbanos.

Conclusiones

Analizar el funcionamiento de un servicio público urbano desde la perspectiva de los usuarios nos ofrece la posibilidad de vislumbrar algunas características que marcaron la evolución de la demanda de agua entubada en la ciudad de Zacatecas durante las primeras décadas del siglo XX. Dicha evolución estuvo marcada por dos elementos importantes. La primera fue la innovación tecnológica que supuso la introducción de agua hasta el interior de los hogares. Lo anterior dio pie a una demanda de élite, pues prevenía principalmente de los grupos acomodados que ocupaban el centro de la ciudad.

Uno de los argumentos para justificar las peticiones estuvo relacionada con los preceptos higiénicos y la comodidad de contar con el servi-

cio al interior de sus hogares, además, les permitía reforzar su identidad como un grupo privilegiado. El segundo factor que influyó en las características y la evolución de la demanda del nuevo servicio fue el crecimiento de la capital, lo cual provocó que las solicitudes de agua entubada se extendieran entre los nuevos actores sociales que habitaban en la periferia de la ciudad. Estos grupos comenzaron a vislumbrar el nuevo servicio como un elemento esencial en la vida diaria.

Los ayuntamientos lidiaron con problemas derivados de la gestión del servicio, muchos de ellos desconocidos para los funcionarios. En este sentido, se debieron ajustar a sus procedimientos para decidir los parámetros con los que se designarían las viviendas que debían contar con tomas domiciliarias; el establecimiento de las cuotas que debían ser cubiertas; el control de tomas clandestinas y el uso que se destinaba al agua.

La progresiva implementación de un sistema de abasto domiciliario estuvo marcada por un ambiente caracterizado por el crecimiento demográfico, desarrollo económico y un proceso de urbanización que demandaba el aumento en el consumo de agua para sus habitantes, ya que sus necesidades crecían al igual que la mancha urbana. Sin embargo, a diferencia de otras urbes, Zacatecas no presentó un crecimiento importante durante el periodo de estudio, al contrario, su población disminuyó considerablemente, lo que permitió que antiguas formas de acceder al agua permanecieran. Las ideas sanitarias que se empezaron a propagar durante el siglo XIX cambiaron la idea respecto a la calidad del agua y la forma de conducirlas, de ahí la necesidad de emplear nuevos mecanismos.

El progreso y modernización proyectados en el suministro de agua de las últimas décadas del siglo XIX fue posible hasta 1927, con la intervención del gobierno del estado para iniciar con la construcción de obras de aprovisionamiento de agua potable para la ciudad. En estas líneas, se inició con la construcción del sistema de corte moderno, que incluía, por un lado, el establecimiento de una red domiciliaria en la ciudad de Zacatecas y, por el otro, la sustitución de los antiguos mecanismos empleados para dotar de agua a su población, entre ellos a los tradicionales aguadores.

Con dicha mejora, la administración del servicio de aguas quedaba a cargo del gobierno del estado, quien sería el comisionado de administrar y regular el servicio. Además, para obtener el agua, sería necesario contratar una conexión, lo que contrastaba radicalmente con la forma

en que se había obtenido el recurso durante el siglo XIX y principios del XX: por medio de las fuentes públicas, pozos y aguadores. Conjuntamente, se permitiría la injerencia de la autoridad en una actividad que hasta entonces había sido individual, sin depender de una red de distribución controlada por la Oficina Administradora de Aguas Potables. Además, se establecía la obligatoriedad del servicio.

Los cambios proyectados sólo beneficiarían a un sector privilegiado, principalmente a los que contaban con la solvencia económica de pagar mensualmente el agua consumida y los asentados en la zona céntrica de la ciudad, área donde se ofrecería el servicio, lo cual dejaba de lado a gran parte de la población. La mayoría de los interesados contaban con algún negocio o local que requería constantemente del recurso para desempeñar sus actividades. También encontramos a abogados, militares, empleados públicos, particulares y federales, quienes solicitaban el servicio al interior de sus hogares. Es muy probable que esto, además de ofrecer mayor “comodidad”, también lo adquirirían en aras de reforzar su identidad y evidenciar su poder adquisitivo.

Fuentes consultadas

Archivo Histórico del Estado de Zacatecas (AHEZ)
 Archivo Histórico Municipal de Zacatecas (AHMZ)
 Hemeroteca Pública Mauricio Magdaleno (HPMM)

Bibliografía

- Alfaro, E. (2013). “El abastecimiento de agua: un problema urbano sin solución (Zacatecas, México, siglo XIX)”, *Agua y Territorio*, núm. 1, enero-junio, pp. 91-102.
- Birrichaga, D., (2014). “La regulación de las empresas de abasto de aguas en México, 1855-1930”, *Revista de Historia: Transporte, Servicios y Telecomunicaciones*, núm. 26, pp. 198-221.
- (1998). “Las empresas de agua potable en México (1887-1930)”, en Suárez, B. E. (coord.). *Historia de los usos del agua en México*. Oli-

- garquías, empresas y ayuntamiento (1840-1940)*, México, Conagua/CIESAS/IMTA, pp. 183-223.
- (1997). “El abasto de agua en León y San Luis Potosí (1935-1947)”, en Suárez, B. E. y Birrichaga, D. (coords.). *Dos estudios sobre usos del agua en México (siglos XIX y XX)*, México, CIESAS/IMTA, pp. 91-149.
- Borja, J. (2003). “La ciudad es el espacio público”, en Ramírez, P. (coord.). *Espacio público y reconstrucción de ciudadanía*, México, Flacso/Miguel Ángel Porrúa, pp. 59-85.
- Camacho, G. (2005). “Las fuentes de agua en la ciudad de Toluca (1824-1850) o de cómo se introdujo el agua a las casas: ¿higiene o confort?”, en Birrichaga, D. (coord.). *La modernización del sistema de agua potable en México (1810-1950)*, México, El Colegio Mexiquense, pp. 59-75.
- Camacho, H. (2001). *Empresarios e ingenieros en la ciudad de San Luis Potosí: la construcción de la presa de San José, 1869-1903*, México, Ponciano Arriaga-Instituto de la Cultura de San Luis Potosí.
- Castañeda, R. (2005). “Higiene o negocio. Cambio y protesta social en relación con el sistema de abasto de agua en Toluca”, en Birrichaga, D. (coord.). *La modernización del sistema de agua potable en México (1810-1950)*, México, El Colegio Mexiquense, pp. 77-100.
- Ceballos, E. (2014). “Semblanza urbana en la Batalla adivinada. Zacatecas, 1914”, en Terán, M., Hurtado, E. y Encisco, J. (coords.). *Al disparo de un cañón en torno a la batalla de Zacatecas de 1914: el tiempo, la sociedad, las instituciones*, Zacatecas, Instituto Zacatecas.
- Connolly, P. (1999). “Introducción”, en Kunts, S. y Connolly, P. (coords.). *Ferrocarriles y obras públicas*, México, Instituto Mora/El Colegio de Michoacán/El Colegio de México/Instituto de Investigaciones Históricas, UNAM, pp. 141-164.
- Correa, L. (1894). *Croquis de la ciudad de Zacatecas*, litografía de Manuel Espinoza, Mapoteca Manuel Orozco y Berra.
- Gamboa, J. (1999). “La gestión urbana y participación ciudadana”, en Perló, M. (comp.). *La modernización de las ciudades*, México, UNAM, pp. 431-440.
- Goubert, J. (1986). *The Conquest of Water. The Advent of Health in the Industrial Age*, New Jersey, Princenton University Press.

- Marshall, T. (1998). “Ciudadanía y clase social”, en Marshall, T. y Bottomore, T., *Ciudadanía y clase social*, Madrid, Alianza Editorial.
- Martínez, H. (2011). “Enfermar y morir en la ciudad”, en Hurtado, E. (coord.). *La ciudad ilustrada: sanidad, vigilancia y población, siglos XVIII y XIX*, Zacatecas.
- Ogle, M. (1993). “Water Supply, Waste Disposal and the Culture of Privatism in the Mid-Nineteenth-Century”, *Journal of the Urban History*, vol. 23, núm. 3, marzo, pp. 321-347.
- Pankhurst, E. (1909). *Memoria administrativa del gobierno libre y soberano de Zacatecas, correspondiente al cuatrienio de 1904 a 1908*, Zacatecas, Tipografía del Hospicio de Niños de Guadalupe.
- Peñafiel, A. (1899). *Censo general de la república mexicana*, Estado de Zacatecas, México, Oficina Tipográfica de la Secretaría de Fomento.
- Piccato, P. (2005). “Introducción: ¿Modelo para armar? Hacia un acercamiento crítico a la teoría de la esfera pública”, en Sacristán, C. y Piccato, P. (coords.). *Actores, espacios y debates en la historia de la esfera pública en la ciudad de México*, México, UNAM/Instituto Mora, pp. 9-39.
- Ramírez, P. (2003). “El espacio público: ciudad y ciudadanía. De los conceptos a los problemas de la vida política local”, en Ramírez, P. (coord.). *Espacio público y reconstrucción de ciudadanía*, México, Flacso/Miguel ángel Porrúa, pp. 31-58.
- Robotnikof, N. (2003). “Introducción: pensar lo público desde la ciudad”, en Ramírez, P. (coord.). *Espacio público y reconstrucción de ciudadanía*, México, Flacso/Miguel Ángel Porrúa, pp. 17-24.
- Rodríguez, A. (2001). “Obra pública, servicios públicos y cultura política en México”, en Leidenberg, G. y Melosi, M. (coords.). *La ciudad en Norteamérica. Perspectivas históricas y comparativas sobre servicios urbanos y obras públicas*, México, UAM.
- (1995). “La ciudad moderna: algunos problemas historiográficos”, *Anuario de Estudios Urbanos*, núm. 2, pp. 153-183.
- (1986). *La experiencia olvidada. El ayuntamiento de México: política y gobierno, 1876-1912*, México, El Colegio de México/UAM.
- Secretaría de Economía (1956). *Estadísticas sociales del Porfiriato, 1877-1910*, México, Dirección General de Estadística.
- Terry, P. (1910). *Terry's Mexico. Handbook for travelers*, plano de Zacatecas, México, Sonora New Company.

- Tortolero, A. (2000). *El agua y su historia: México y sus desafíos hacia el siglo XIX*, México, Siglo XXI Editores.
- Vidal, S. (2017). *Continuación del Bosquejo Histórico de Zacatecas del señor Elías Amador*, t. V, vol. II, Crónica del Estado de Zacatecas.
- Vries, J. (1987). *La urbanización de Europa 1500-1800*, Barcelona, Crítica.

Capítulo 6

El agua contando historias Las luchas de las culturas anfibias por la recuperación de los bienes comunes en el Bajo Sinú, departamento de Córdoba, Colombia

Luis Miguel Sánchez Zoque*

Resumen

El complejo cenagoso del Bajo Sinú es un territorio vital, escenario de modos de vida conocidos como “culturas anfibias”. Como llanura aluvial es una de las zonas más fértiles de Colombia, con una ubicación estratégica como proveedora regional de cultivos tradicionales y agroindustriales, por lo cual es objeto de disputas territoriales por la transformación de los humedales para actividades como la ganadería extensiva, los cultivos agroindustriales, y las actividades ilegales ligadas al narcotráfico. Adicionalmente el proyecto hidroeléctrico “Urrá I”, ubicado en la parte alta, trastornó a partir del 2000 las dinámicas hidrológica y social de toda la cuenca. En este trabajo se identifican algunos de los espacios y prácticas que las comunidades locales desarrollaron durante

* Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Xochimilco, Posgrado en Desarrollo Rural.

los últimos 20 años para la recuperación de los bienes comunes como formas de persistencia de las culturas anfibias en medio de esta confluencia de intereses.

Palabras clave: ecología política, humedales, campesinado, conflictos territoriales, resistencias.

Abstract

The Bajo Sinú swamp complex is a vitally important territory that has been the setting for lifestyles known as “amphibious cultures”. As an alluvial plain, it is one of the most fertile areas in Colombia, with a strategic location as a regional supplier of traditional and agro-industrial crops, which is why it has been the subject of territorial disputes over the transformation of wetlands for activities such as extensive cattle ranching, agro-industrial crops, and illegal activities linked to drug trafficking. In addition, the “Urrá I” hydroelectric project, located in the upper part, disrupted the hydrological and social dynamics of the entire basin since 2000. In this paper I identify some of the spaces and practices that local communities have developed during the last 20 years for the recovery of common goods as forms of persistence of amphibian cultures in the midst of this confluence of interests.

Keywords: political ecology, wetlands, peasantry, territorial conflicts, resistances.

Introducción

El complejo cenagoso del Bajo Sinú, en el departamento de Córdoba, región caribe colombiana, conocido también como la subregión del Bajo Sinú, es una provincia integrada por cinco municipios (Momil, Chimá, Cotorra, Purísima y Lórica), con influencia en algunos sectores de al menos cuatro municipios aledaños (Ciénaga de Oro, San Pelayo, San Bernardo del Viento y San Antero).¹

¹ La división político-administrativa en Colombia está compuesta, de menor a mayor nivel, por los centros poblados (las veredas, inspecciones de policía, los corregimientos municipales, los corregimientos departamentales), los municipios, los distritos



Fuente: elaboración propia con base en Bing y OpenStreetMap.

Forma parte de una red de zonas inundables vitales a escala social, cultural y ecológica por la función que cumple de regular naturalmente las dinámicas de inundación y estiaje del río Sinú. Es una de las zonas más fértiles del país, con una ubicación estratégica para comunicar la región caribe con la región andina, que se caracteriza por ser proveedor regional de cultivos y actividades económicas tradicionales y agroindustriales. Asimismo, el Bajo Sinú es destacado por los documentos de política

especiales, el distrito capital y los departamentos DANE (s.f.). La provincia es una división territorial intermedia entre el municipio y el departamento que agrupa territorios con características similares. Fue una entidad administrativa oficial durante algunos periodos del siglo XIX en Colombia y aunque no está contemplada en la Constitución Política de 1991 ni en la Ley 388 de 1997, de ordenamiento territorial, ha sido propuesta por estudiosos del tema como Fals Borda (2000) por ser una unidad de análisis más apropiada para acercarse desde una perspectiva multidimensional a comprender lo rural. La CEPAL (2017) coincide en esta mirada al manifestar que “las provincias en Colombia constituyen una unidad de análisis que captura dinámicas más agregadas que las de cada municipio, al tiempo que muestra patrones más diferenciados y diversos que los territorios departamentales” (CEPAL, 2017:7).

y planes institucionales por su potencial y real oferta de servicios ecoturísticos, patrimoniales y arquitectónicos (Alcaldía de Lorica, 2020).

Sin embargo, todas estas “potencialidades” constituyen un objeto de disputa para terratenientes, acaparadores históricos de bienes comunes que desecan humedales y playones para acumularlos, los cuales, transformados en haciendas ganaderas como medio de obtención de rentas y poder local, con el paso del tiempo se transformaron o fueron reemplazadas por agroindustrias ante nuevas exigencias de los mercados externos en los ámbitos local y global (Giraldo, 2019; Zumaqué y Guerrero, 2020). El Estado colombiano también es partícipe de la transformación drástica de humedales para incorporarlos a la cadena de valor a pesar de ser nombrados por las mismas instituciones como áreas estratégicas para la prestación de servicios medioambientales (Corte Constitucional y Mp. Gaviria Díaz, 1999).

Con esto se propiciaron conflictos de uso como la ganadería extensiva y trashumante en contra de la vocación del suelo, el cultivo a gran escala, primero de algodón, sorgo, luego de palma africana, maíz y algodón transgénico (Ministerio de Agricultura, 2022). Adicionalmente el proyecto hidroeléctrico “Urrá I” trastornó el régimen hidrológico y las especies de flora y fauna que de él dependían, al variar los caudales mínimos y máximos de toda la cuenca a partir de su construcción y puesta en funcionamiento en el periodo entre 1996 y 2000 (CVS, 2014:9).

De forma paralela y en medio de estos cambios, en esta como en muchas otras zonas rurales persisten formas de ocupación y uso de otras formas de transformación mutua entre el medio natural y los grupos humanos que lo habitan, que aunque también se encuentren en la actualidad insertas en el modo de producción capitalista, hacen posible que persista la economía familiar campesina, en un entramado social y cultural alrededor de las técnicas para hacer crecer, de acuerdo con el fluir de los cambios estacionales, sistemas agrodiversos donde se cosechan variedades de maíz criollo, arroz, plátano, aguacate, ñame, ají, berenjena, calabaza, habichuela, patilla, pepino, hortalizas, y tienen lugar actividades asociadas como la artesanía, la pesca y la caza.

El campesinado, el pueblo indígena zenú, los afrosinuanos o afrodescendientes del Bajo Sinú, antiguamente llamado Sheinú (lugar encantado de las aguas, en lengua zenú), son exponentes de formas ancestrales

de modificación y adaptación del espacio natural, para el beneficio colectivo, expresando con ello una posición en el mundo desde la cual desarrollan técnicas que les permiten reconstruir una y otra vez los lugares que les son vitales y significativos (la vivienda, la comunidad, la pesca, la siembra, la fiesta). De otro lado, las formas concretas de la naturaleza en los humedales de la subregión también ejercen fuerza sobre los grupos humanos que ahí habitan (Córdoba, 2021).

Las luchas por la permanencia de esos valores anfibios están expuestas a diferentes tipos de violencias, como la designación de estos lugares para su integración desigual a determinadas funcionalidades dentro de proyectos regionales y globales de desarrollo, por ejemplo, la generación de energía, la provisión de ciertos productos agrícolas para determinadas cadenas de consumo, y la continua presencia de actores armados sobre territorios que consideran áreas estratégicas.

Precisamente por los intereses involucrados, las comunidades locales también están expuestas a la violencia directa encarnada en poderes de facto que revelan, de forma opaca, vasos comunicantes entre los intereses privados de clanes políticos que cooptan las instituciones y el poder público del Estado, por ejemplo, mediante la criminalización de los procesos de recuperación de tierras mientras se titulan las ocupaciones ilegales de bienes de uso común, o la cooptación, control, acaparamiento múltiple y restricciones a la movilidad en el territorio para fines del narcotráfico (Cinep, 2017; Negrete, 2005).

El presente resultado de investigación busca aportar elementos de reflexión que ayuden a comprender las prácticas y espacios de lucha (resistencia) de las culturas anfibias que ancestralmente han marcado la identidad de este territorio.

Dichas prácticas o luchas por la permanencia de lo común (Navarro *et al.*, 2016:15), se dan históricamente en forma de procesos de “recuperación colectiva del territorio”, tal como son nombradas por el campesinado de la región Caribe. Se trata de acciones colectivas que surgen como respuesta a procesos y proyectos que pretenden separar a los habitantes de sus territorios.

A partir de los diálogos sostenidos con estos actores sociales y el comité coordinador del Movimiento Social el Agua Contando Historias y otros actores complementarios, la investigación se plantea la pregunta: ¿Cómo se configuran los espacios y prácticas de recuperación de



Fotografías: APROPAPUR. *Vida cotidiana en la ciénaga. Paisajes del agua.*

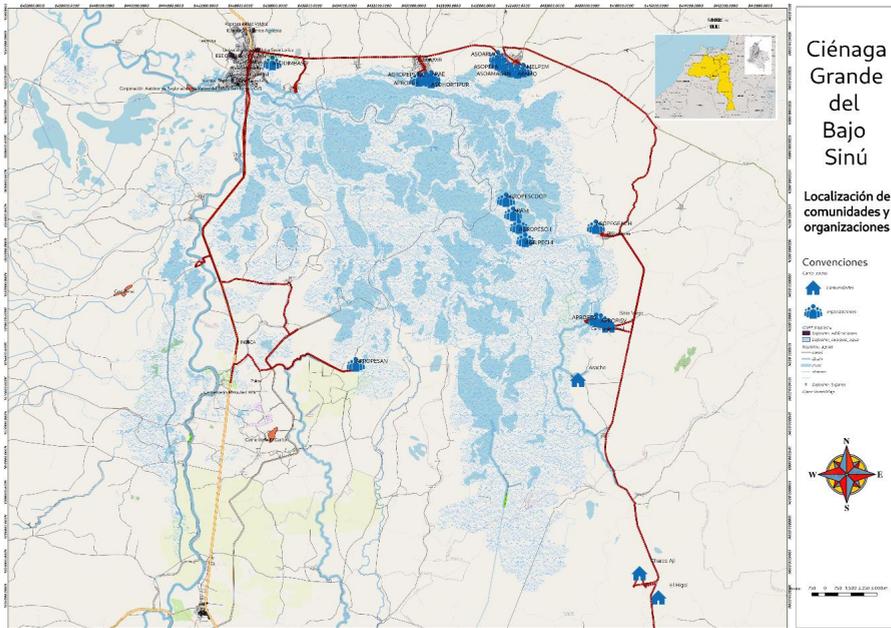
los bienes comunes en la Ciénaga grande del Bajo Sinú como ingredientes de la persistencia de la cultura anfibia en los últimos 20 años?

En consecuencia, esta pregunta inicial llevó, entonces, al objetivo de comprender las formas mediante las cuales las prácticas y espacios de recuperación de los bienes comunes en el complejo cenagoso del Bajo Sinú forman parte de la persistencia de las culturas anfibas durante los últimos 20 años.

La investigación se focalizó en los últimos 20 años, sin olvidar el contexto histórico, por ser estos últimos años los que marcaron nuevas dinámicas que obligaron a la adaptación y a nuevas estrategias de lucha, con la aparición de múltiples impactos de todo nivel, como ocurrió, como ya se indicó, con la entrada en operación del proyecto hidroeléctrico “Urrá I” (1996-2000) y la promulgación de la tan ignorada Sentencia T-194 de 1999, mediante la cual la Corte Constitucional de Colombia ordenó medidas para la protección del complejo cenagoso, justo antes de la entrada en operación de la represa.

En este contexto, el presente capítulo da cuenta de los avances de investigación del proyecto “Espacios y prácticas de resistencia de la cultura anfibia en el Complejo Cenagoso del Bajo Sinú, Departamento de Córdoba, Colombia”, y se propone realizar aportes al Movimiento Social el Agua Contando Historias, plataforma de resignificación de las luchas en este territorio, y en general, a las comunidades y organizaciones sociales del Bajo Sinú, como forma de recuperación sistemática de las prácticas y espacios de resistencia desde una mirada histórico-territorial, preguntándose por las manifestaciones de la cultura anfibia que puedan estar presentes en las parcelaciones recuperadas por el campesinado anfibio del despojo de los bienes comunes al interior de las ciénagas.

Ubicación de las parcelaciones en la Ciénaga grande del Bajo Sinú



Fuente: elaboración propia con base en información primaria.²

² Como soporte del proceso de acompañamiento e investigación se creó y mantuvo un Sistema de Información Geográfica disponible en <https://mapas.redhumus.org/geonetwork/srv/spa/catalog.search#/map>

En la primera parte se realiza una aproximación a la subjetividad campesina anfibia en el Bajo Sinú a partir de la sistematización de espacios de presentación grupal efectuados en el marco de la investigación, y se abordan los significados que otorgan los actores sociales a su nexos con la ciénaga desde la mirada de rasgos específicos como la edad, las generaciones o el género. La segunda parte describe analíticamente las características de lo que se denomina territorialidades campesinas anfibia, entendidas como repertorios y tecnologías dinámicas de apropiación del territorio, de la misma manera que se introduce el concepto de “vivir sabroso”, acuñado por los pobladores. En tercer lugar se busca sintetizar y resaltar algunas características de la territorialidad anfibia propias del Bajo Sinú por medio de la síntesis de las principales formas de lucha (resistencia) identificadas, para finalizar con una reflexión acerca del choque de ontologías que permanece implícito en los distintos antagonismos de clase, etnia, espacio social, que el proceso permite identificar en el territorio.

Metodología

La investigación se orientó como un estudio de casos con enfoque espacial y etnográfico por medio de métodos mixtos que vinculan los datos cualitativos y los cuantitativos. Se abordan tres dimensiones transversales:

- Las dinámicas de producción del espacio.
- La transformación en el tiempo.
- La superposición de territorialidades.

Para esto se comenzó por un análisis de los contextos, los actores y las dinámicas asociadas a la territorialización, con el fin de obtener información cualitativa que recogiera la diversidad y los matices que presentan los sujetos y los territorios del Bajo Sinú, características que enriquecen el alcance del estudio, “privilegiando las experiencias vitales”, según lo propuesto por Flick (1998:5) (citado por Vasilachis, 2009:26-27; Whittemore *et al.*, 2001:524).

De esta manera, dada la gran extensión geográfica y diversidad humana de la ciénaga, se zonificó el territorio del complejo cenagoso, y al

interior de cada una de ellas se identificaron y seleccionaron de una manera más precisa los “espacios de resistencia”, que en un número más reducido se entienden como las unidades de análisis o casos, cuyas prácticas de lucha o resistencia fueron abordadas con mayor detenimiento (Vasilachis, 2009).

Con orientación del enfoque de la geografía histórica se caracterizaron las territorialidades con base en las dimensiones espacial y temporal. Parafraseando a Milton Santos (2000:18-36), el espacio resulta de la unidad de “sistemas de objetos y sistemas de acciones”, de tal manera que en esa unidad “indisoluble, híbrida” confluyen las lógicas de esos respectivos sistemas y llegan a confundirse con la lógica de la historia.

Las fuentes se recopilaron en dos momentos: el primero entre finales de 2017 y 2019, como se señaló, en el marco del proyecto “Transformemos”, y el segundo en el marco del Posgrado en Desarrollo Rural, entre 2020 y 2023.

Del primer momento se retomaron materiales inéditos recopilados en grupos focales y ejercicios de “Calendario estacional” con una delegación de integrantes de las comunidades y organizaciones convocadas por los líderes y lideresas, llevados a cabo en ocho lugares estratégicos del complejo cenagoso (Charco Ají, Chimá, Punta Yanes, Momil, Purísima, San Sebastián, Cotocá Arriba, San Pablo, Las Arepas).

También se tuvieron en cuenta los datos recopilados en los recorridos por el territorio aplicando la técnica de los transectos, lo que permitió tener una mirada más situada sobre ciertos espacios como las áreas de cultivos, los hogares, el vecindario, los centros poblados y lugares clave como pozos, caños, cerros, áreas de intervención como los jarillones (o terraplenes como se les llama localmente). De igual manera, se procedió a sistematizar a fondo los resultados de dos talleres de cartografía social, uno para cada mitad del complejo cenagoso.

Estos ejercicios permitieron identificar de forma más específica las dimensiones espacio/tiempo de los conflictos por el territorio, y los espacios y prácticas de resistencia.

En el segundo momento, entre 2020 y 2023, la búsqueda se centró en sistematizar los distintos espacios de encuentro y diálogo como las reuniones virtuales y presenciales del Movimiento, las conversaciones y entrevistas realizadas con sus integrantes, los diálogos sostenidos

en los chat grupales que se abrieron para nutrir los objetivos comunes, los momentos de elaboración de propuestas y formulación de proyectos, planeación de actividades, los espacios de formación, la participación en eventos, entre otros. Asimismo, se llevó a cabo la sistematización de fuentes documentales de distinto tipo, sobre los aspectos históricos que permiten hablar de una estructura agraria inequitativa y una tarea inconclusa de reforma agraria.

En este periodo también se planearon y realizaron entrevistas grupales e individuales con representantes del Movimiento, así como con representantes de organizaciones de distinto nivel.

Características de las territorialidades anfibias en el Bajo Sinú

El Bajo Sinú constituye un baluarte ambiental y cultural que forma parte de una red de sistemas hídricos que se extiende hasta los vecinos departamentos de Sucre, Bolívar, Atlántico, Magdalena y Cesar. Estos sistemas de humedales, al igual que los valles de los ríos Cauca y Magdalena, y los litorales Caribe, Pacífico, además de su riqueza natural, cuentan con la presencia histórica de formas de poblamiento que constituyen, a manera de impronta identitaria, modos de habitar y producir basados en relaciones de reciprocidad con el medio natural dominado por la presencia del agua, fuente de la que se derivan múltiples valores sociales, culturales, económicos, ambientales, que en su conjunto son reconocidos como *culturas anfibias* (Fals, 1979:21B; Arocha, 1989; citado por Pulido, 2010:267).

El agua, además de ser un elemento vital para la supervivencia de cualquier ser humano, está presente en múltiples dimensiones del mundo de la vida para las poblaciones anfibias del Bajo Sinú, estableciéndose una relación entre cultura y naturaleza construida históricamente alrededor del uso y poblamiento de los cuerpos de agua y la adaptación del ser humano al ambiente natural sin que prime una relación de dominación. Los grupos humanos en esta región transformaron el paisaje natural para sus propios fines construyendo, por ejemplo, obras de adaptación hidráulica para sostener los reservorios de agua y peces durante todo el año, al aprovechar de esta manera el movimiento de flujo y reflujo de las aguas. Dichas obras de adecuación hidráulica de camellones en formas

diversas, entre ellas la de espina de pescado, son conocidos entre los arqueólogos como “patrón de caños” y forman parte de las técnicas agrícolas de terrazas prehispánicas empleadas en lugares como Xochimilco en México, Beni en Bolivia y el Orinoco (McRae, 2015:91).

Albores Zárate (2006:272) llama a estas prácticas “modo de vida lacustre”, caracterizadas por “actividades no-agrícolas de caza, pesca y recolección de fauna y flora acuáticas”.

Durante cientos de años dichas intervenciones no alteraron de forma significativa la *dinámica hidrológica ni los ciclos de reproducción biológica del río*. Sus prácticas tradicionales de construcción de vivienda, de producción de alimentos, de caza y reproducción de especies, de pesca artesanal, se basaron hasta hace pocas décadas en un estrecho vínculo con las zonas inundables, de tal manera que en particular los colectivos que persisten en el Bajo Sinú se reconocen hoy como “campesinos de tierra y agua” (Alarcón *et al.*, 2019:11-23).

Ilustración de las obras de adaptación hidráulica de la cultura zenú



En el caso de las riberas del río Cauca y Nechí, en otra región de Colombia, Martín (2016:115) encontró entre los campesinos ribereños el autorreconocimiento como “hombres anfibios”, que sintetiza entre sus características principales: la adaptación a los medios de producción y a las técnicas tanto al trabajo en los terrenos secos como sobre el agua; una tendencia a ocupar una menor proporción de su tiempo al trabajo asalariado; mayor participación colectiva respecto a actividades como la pesca, transmisión de conocimientos en torno a las actividades ligadas tanto a la tierra como al agua, especialmente en cuanto a la pesca; diferenciación en la “noción de producción del territorio” de otros modos de producción; y permanencia en el tiempo del uso de tecnologías simples y de bajo impacto ambiental.

En el ámbito productivo-reproductivo, una de las principales adaptaciones propias de la cultura anfibia en el Bajo Sinú es el cambio estacional de las dinámicas agropecuarias y alimentarias, donde son características de la época de sequía (noviembre-marzo) la siembra y la horticultura en las zonas bajas y riberas de los ríos y caños, el traslado de la cría de especies menores y la ganadería a pequeña escala a las zonas liberadas temporalmente de las aguas; mientras en las épocas de invierno (abril-octubre) predomina la pesca y la cacería.

Otra característica de estas culturas es la escala local en la que se organizan, la cual responde a una lógica de comunidades de reproducción o lógica comunal. De este modo, las culturas anfibia son un tipo particular de habitar diferenciable de otras formas de estar en el espacio. Fals Borda (2000:xiii) plantea que existe una lucha entre dos formas típicas de habitar: una mediante la acción colectiva que se inclina hacia la emergencia de *bioespacios*, en la que se encuentran las culturas anfibia, y otra por medio de las *tecnorregiones* construidas a partir de las vinculaciones más funcionales, ligadas a los avances científico y técnicos que establecen relaciones múltiples con procesos globales de reproducción del capital.

El ser anfibia del Bajo Sinú –entre las diferentes comunidades con las cuales se tuvo contacto en este proceso– tiene una vinculación estrecha con el medio natural de actores como los pescadores tradicionales, quienes cuentan con un rol de prestigio y reconocimiento de sus comunidades como proveedores de alimento, reconocedores natos de las transformaciones del ecosistema, a quienes a su vez se les atribuyen capacidades

excepcionales de resistencia, no sólo por las difíciles condiciones en que realizan su oficio, en largas jornadas nocturnas fuera de la comunidad, sino por ser una especie de vigías de la salud de la ciénaga y cuidadores de los pozos y ojos de agua que concentran los bancos de peces durante la temporada seca del año.

Asimismo, llamamos *subjetividad campesina anfibia* a la identidad del habitante de la ciénaga por su doble condición de sujeto agrario en lucha y de comunidad constituida alrededor de su relación con el agua. De esta manera las parcelaciones en la Ciénaga Grande del Bajo Sinú son reconocidas como población organizada que ha encarnado luchas agrarias por el uso y la tenencia de la tierra por muchas décadas, de la misma manera que ha reclamado su derecho al uso y goce colectivo de los bienes comunes. Este carácter los llevó a encabezar diferentes procesos de movilización y organización para la defensa del río, por ejemplo, contra el proyecto de la hidroeléctrica o mediante la conformación de diversas organizaciones sociales, empresas comunitarias y plataformas como el “Movimiento Social el Agua Contando Historias”, con un enfoque de adaptación de las actividades humanas a la vocación del ecosistema, con lo cual se reivindica la relación que sostiene esta población con el territorio desde el periodo prehispánico. Es por eso que, en consecuencia, en sus propias palabras:

[...] nosotros decíamos que el agua está invisibilizada, pero el punto de disputa en el territorio es el agua, no es la tierra, en eso hemos concluido en el Movimiento, porque en este proceso de lucha campesina por el acceso a la tierra es por la cercanía al agua (Herrera, 2022).

Tres zonas anfibias en el Bajo Sinú

El equilibrio del Bajo Sinú no sólo tiene un valor ambiental, podría decirse que tiene más bien un valor ecológico, si entendemos dentro de esa definición tanto a lo humano como a lo no humano. Sobre esta base, identificamos que el complejo tiene una importancia social y económica altísima para diversos actores (comunitarios, privados, estatales), de ahí que la gente de la región le llame “la empresa de la comunidad”, pero

también hace las veces de motivación para las disputas por su aprovechamiento (Organizaciones y actores clave del Bajo Sinú, 2023; Pobladores de Purísima, 2019).

En el Bajo Sinú se pueden apreciar formas de apropiación del espacio o ejercicios de territorialidad: las territorialidades anfibia, las territorialidades capitalista y hacendaria, y las territorialidades del Estado. Aquí se mencionan diferenciadas, lo cual no es del todo posible, pues, con base en Saquet (2010), en realidad se encuentran superpuestas, entretreídas como el sombrero vueltiao,³ en una suma que vincula además a las dimensiones del espacio y el tiempo, o también de lo histórico y geográfico.

Respecto a las territorialidades capitalista y del Estado, se destaca la relación histórica entre la ganadería extensiva y la concentración de tierras, de una dimensión particular en el Departamento de Córdoba, en comparación con otras regiones del país. En relación con el periodo de estudio se puede encontrar coincidencia en la relativa estabilidad que mostró la gran propiedad durante la primera década del siglo XXI con los datos disponibles sobre el hato ganadero.

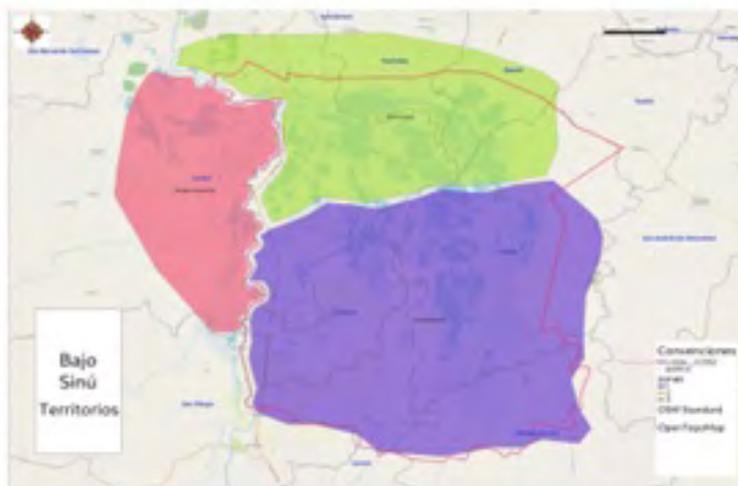
Resulta relevante notar que durante esta década se consolidó el control sociopolítico del paramilitarismo en la región luego de la desmovilización de las Autodefensas Unidas de Colombia, cuyos reductos continuaron activos conformando nuevos grupos que para el final de la década se encontraban activos. Estos grupos se concentraron tanto en el nacimiento como en la desembocadura del río Sinú, afectando con su presencia la zona costanera aledaña a la ciénaga. De acuerdo con (Ortiz *et al.*, 2006:93) para 2006 “el 90% de las mejores tierras del valle del Sinú están en manos de narcotraficantes y paramilitares”.

En el presente capítulo se hace énfasis en la descripción de las territorialidades anfibia, las cuales, en el marco de la investigación, fueron diferenciadas en tres zonas del complejo cenagoso.

De la conversación con los y las habitantes del Bajo Sinú se identifican tres zonas. La zona de la margen izquierda (rosado en el mapa), la zona norte (amarillo en el mapa), y la zona suroriental (púrpura en el mapa).

³ El sombrero vueltiao, tejido en caña flecha, es una obra artesanal parte de la cultura material Zenú, que producto de la comercialización ha sido reconocida como un símbolo de todo el país (Valenzuela, 2021).

Territorios identificados en el Bajo Sinú



Fuente: elaboración propia.

Zona margen izquierda

En la margen izquierda del río (rosado en el mapa) se encuentra el corredor de los corregimientos pertenecientes al municipio de Lorica: Sabana Nueva, Los Gómez, Mate Caña, Cotocá Arriba, Palo de agua, Nariño, las Ciénagas de Bañó y Los Negros.

Ahí, separados del resto del complejo cenagoso por el río como frontera, se presentan procesos diferenciados, donde también hay una cantidad importante de acumulación de tierras y desecación de ciénagas, pero también se presentan dinámicas particulares que influyen en los abordajes diferenciados de dichos conflictos por parte de comunidades y organizaciones sociales que optan por abordar los conflictos con énfasis en el diálogo.

Zona norte

La zona norte, limítrofe con la provincia Costanera (amarillo en el mapa), es el punto neurálgico del encuentro de brazos y caños que drenan

hacia el río Sinú, con epicentro en la zona urbana del municipio de Lorica, donde también se encuentran hacia el oriente el corregimiento Los Corrales, y las cabeceras municipales de Momil y Purísima. Esta zona presenta un valor geoestratégico como conector hacia la provincia Costanera y el departamento de Sucre (ubicado al nororiente) y es desde la Colonia escenario de estrategias de dominación territorial por parte de élites y clanes políticos y actividades ilegales. En la actualidad el dominio territorial continúa en manos de clanes, narcotraficantes y actores armados.

Zona sur

Esta zona (púrpura en el mapa) está comprendida por toda la parte sur de la margen derecha del río, enmarcada en el extremo occidente por la vía Cereté-Lorica (trazada de sur a norte), que corre de forma paralela al río. Esta zona atraviesa por todo el sur gran parte del complejo cenagoso hasta encontrar en el extremo oriental la carretera Ciénaga de Oro-Chimá (trazada de sur a norte). Esta carretera conecta los corregimientos de Punta Yanes, Corozalito, Corregimiento de Charco Ají, Arache y Sitio Viejo. Al interior de esta zona se encuentran como epicentro de los humedales, los corregimientos-parcelaciones de San Pablo, Las Arepas, Carolina, Pimental, Carolina, donde se presentaron las recuperaciones históricas de la “Hora cero de la Ciénaga”. El área presenta conflictividades territoriales por el uso y tenencia con quienes son reconocidos por el campesinado como los primeros terratenientes que desecaron los cuerpos de agua y restringieron el acceso a estos bienes comunes que habían sido aprovechados originalmente por pescadores y agricultores de temporal.

Aproximación a la subjetividad campesina anfibia

El acento que se busca imprimir a esta investigación como herramienta para el reconocimiento y recuperación de las estrategias que desde las culturas anfibas en el Bajo Sinú se emplean como espacios de resistencia al gamonalismo armado y al arrinconamiento social, quedaría opacado por una interpretación romántica que desconozca las contradicciones y

matices que expresan los pobladores de las ciénagas, pues en la actualidad, como se podrá ver más adelante, su relación con el agua es paradójica, por un lado es parte de su ser y forma de vida, mientras que por el otro se ha convertido en una amenaza.

Así, con este punto de partida se busca reconocer desde la propia experiencia personal las contradicciones y dificultades que implica habitar el territorio de las áreas inundables, pues esas vivencias escuchadas son las que cuestionan la pregunta de investigación. Y es a partir de la interpretación de sus voces que surge la pregunta: ¿cómo expresar la cultura anfibia como un vehículo de la resistencia y la permanencia cuando en el presente esa relación con el agua se muestra en parte como hostil, dolorosa, llena de fricciones y sufrimientos?, ¿cómo abordarlo si ese ser anfibio hoy pareciera presentarse desdibujado ante la fuerza de las circunstancias que llenan de contradicciones la existencia de su propia anfibiedad?

¿Cómo se entiende entonces la resistencia?, ¿a qué o en qué circunstancias se resiste?, cuando una persona refleja la adversidad frente a su propia historia por las transformaciones y afectaciones experimentadas en su modo de vida por la degradación del medio natural, por la confrontación entre distintas formas de territorialidad, entre otras situaciones más que determinan su existencia, al decir, por ejemplo, que “antes sembrábamos en las orillas de los ríos, ahora nos llega el río y nos aplasta” o que “¡el agua es mala, el agua tira!” (Pescadores de Charco Ají, 2018).

El Movimiento Social el Agua Contando Historias es una iniciativa de las comunidades de las ciénagas para resignificar sus luchas por el territorio y tiene como lema una frase aportada por Emiro Villeras Araújo, la cual entraña un valor de resiliencia en sí mismo: “No podemos ir al fandango⁴ de hoy con la misma ropa que fuimos al fandango de ayer”. Daneris Herrera Mestra, representante del Movimiento dice sobre la paradoja de la relación del campesinado de este territorio con el agua:

⁴ Fandango: ritmo musical propio del Sinú que junto con el “Porro” son representativos del Departamento de Córdoba. Uno de los fandangos más populares y memorables es el que fue dedicado a la célebre bailarina María Barilla. Disponible en <https://invidious.namazso.eu/watch?v=HbM8oTsZu6A&listen=true>

[...] se ha hecho resiliencia con el tema de las inundaciones; es diferente hablar de crecientes que de inundaciones, porque crecientes significaban antes abundancia de alimentos, seguridad alimentaria, era un principio de autonomía alimentaria. Con las inundaciones es al contrario, se benefician los que tienen acceso a la administración pública. Muchos recursos se van para ejecutar obras sin realmente tener impactos positivos para la gente, pero las instituciones han hecho mucho daño con sus acciones aplicando la lógica de la escasez, se aprovechan de las necesidades de la gente para que reciba cualquier cosa que ellos definan (Herrera, 2022).

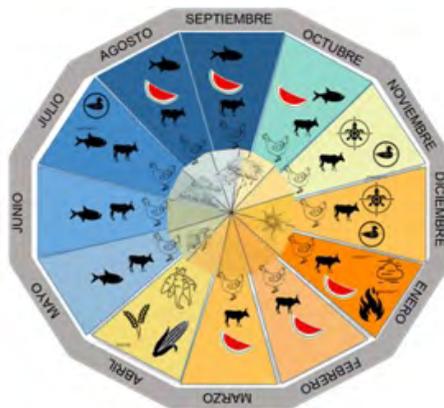
El territorio del complejo cenagoso, como su nombre lo dice, es muy amplio. Los líderes y lideresas campesinos e indígenas zenú indican que en el pasado alcanzaba hasta 76,000 hectáreas, que luego el Estado, por medio del Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (Incora), delimitó a 36,000 hectáreas, y que hoy, después de toda la desecación criminal o la “calzada” del ecosistema, quedan muchas menos. De igual amplitud y diversidad son las diferentes perspectivas con que cada comunidad y habitante mira al ecosistema. En una especie de rompimiento con la costumbre del país, todas las iglesias de los pueblos alrededor de este complejo cenagoso miran hacia el agua, mientras que en opinión de algunos, muchos le dan la espalda.

Son varios los actores que habitan un lugar tan grande: pescadores, patilleros, pequeños ganaderos, cazadores, ecologistas, comunicadores populares, artesanos, gestores culturales, juglares o decimeros, líderes y lideresas campesinas, etcétera. Estas comunidades hablan de lo que significa habitar un ecosistema que trata de mantener su función de amortiguador de las aguas y sedimentos arrastrados de la cuenca alta del río Sinú, lugar de origen donde fue instalada la represa hidroeléctrica Urrá I, que se agregó en el año 2000 como un ingrediente determinante de las transformaciones radicales que viven (Orduz y Rodríguez, 2012). Una de las afectaciones más presente en la memoria de la gente de la ciénaga es lo que definen como efecto “yo-yó”, que tal como el juguete que sube y baja por una cuerda amarrada al dedo de la mano, hace que el nivel de las aguas suba y baje de forma artificial al antojo de los operadores de la represa hidroeléctrica aguas arriba, provocando junto con los otros factores de la crisis climática regional y global, la alteración de los ciclos de sequía y creciente, y en consecuencia, que se pierdan cultivos, ya sea por

ahogamiento o sequedad, dado que ahora son impredecibles los cambios en los niveles del agua; también sucede que ésta se acumule en unos lugares mientras otros permanecen secos y que unas poblaciones se vean afectadas en su cotidianidad a expensas de la holgura de otros, tal como lo expresan muchos de ellos (Pescadores de Charco Ají, 2018).

A partir de un ejercicio de calendario estacional con varias comunidades en resistencia dentro de las ciénagas pudimos documentar algunas de las transformaciones más visibles en el medio natural, y con ellas de las actividades humanas durante el año, dinámicas que, insisten, son alteradas constantemente por el efecto “yo-yó” que introdujo la represa Urrá desde su instalación. A pesar de todas las transformaciones, en las ciénagas se sigue presentando de forma natural una temporada más o menos predecible de crecientes y otra de sequía, periodos en los que el paisaje cambia drásticamente y al cual todos los seres vivos se adaptan. Entre los meses de diciembre y abril se presenta una temporada de verano, en la que algunas especies animales como las tortugas hicoteas se reproducen, mientras que otras como los patos migran, a la vez que la vegetación cede. Los peces escasean y su tamaño disminuye, mientras los lugares húmedos se reducen a caños, pozos, zapales (otra denominación local para pozos), lo cual hace necesario caminar largas distancias para encontrar este alimento.

Calendario estacional del Bajo Sinú



Fuente: elaboración propia con base en fuentes comunitarias.

Las actividades humanas se transforman y adaptan en función de esos cambios haciendo que los pescadores pasen a ser agricultores, que su actividad se concentre en las zonas bajas, que aparezcan las quemas y grandes incendios, y se llenen las orillas de los caños con cultivos que pueden ser cosechados al cabo de la temporada como el maíz, la patilla, berenjena, tomate, frijol, melón, pepino. Los terratenientes se concentran en la siembra masiva de maíz, sorgo y arroz, y, atendiendo a una larga costumbre colonial, miles de reses habitan los suelos secos traídas de otros municipios de los departamentos de Córdoba y Sucre, que se encuentran en la sabana y por esta época sufren de mayores niveles de sequía. Se ponen cercas y llegan arreadores y cuidadores del ganado. Al mismo tiempo, pequeños ganaderos hacen lo propio tratando de ganar espacio con sus pocos animales entre los grandes hatos trashumantes y los pequeños patilleros.

Los meses de mayo a noviembre permiten que el verde vuelva a florecer, se fertiliza naturalmente el suelo de las ciénagas con los sedimentos y nutrientes que llegan, haciendo que se colmen los caños, pozos y humedales, y se convierten en caldo de cultivo para las poblaciones de peces. Renace entonces el oficio de la pesca y se extiende por todos los cuerpos de agua. Las aves migratorias llegan, las hicoteas y manatíes nacen con las primeras lluvias, los agricultores buscan las tierras altas fuera de las zonas inundables, sean propias, arrendadas o de familiares. El ganado desaparece regresando a los hatos de grandes ganaderías en la sabana, a la vez que, y al parecer cada vez con mayor frecuencia y volúmenes inesperados, las aguas llegan a más espacios habitados, acabando con viviendas, cultivos, y proyectos, desbordándose sobre lugares y comunidades que hoy se ven superadas.

Las generaciones luchadoras por la tierra y el agua

El siguiente es un fragmento del relato de vida de Ambrosio Licona Carmona, uno de los hombres y mujeres que en 1984 provocarían lo que muchos en esta región recuerdan como “La hora cero de la Ciénaga”, cuando hubo nuevas acciones colectivas, en una saga de “recuperaciones de tierras”, que se dieron en Colombia y muy especialmente en la región Caribe, por medio de la organización de sindicatos agrarios que forzaron, mediante las vías de hecho, la reforma agraria.

Bueno, mi nombre es Ambrosio Jesús Licona Carmona, soy nacido, y criado en San Bernardo del Viento. Soy San Bernardino parte porque me crié en San Bernardo y parte porque yo nací en la frontera en lo que es San Antero y San Bernardo. Resulta que San Bernardo tiene una historia que no la tiene otro pueblo, colinda con San Antero y lo deslindaba el río Sinú, por qué, porque el río Sinú tiene margen derecha y margen izquierda. Entonces antes de la desembocadura de Cispatá hay un río que se llamaba el Caño, el Soldado, a la margen derecha del Soldado, todo eso lo dominaba San Bernardo del Viento, hasta llegar al caño del Palermo. Y yo nazco de la margen derecha pero de la margen de San Antero, pero en la margen de enfrente, donde queda lo que se llamaba en la geografía de Córdoba el caño el garzal, que estaba en la ciénaga de navío; bueno, ahí en frente nací yo. ¿Qué pasa?, que como mi mamá era de San Bernardo y mi papá era de San Antero, ella dijo que sus hijos toditos tenían que ser bautizados en el Viento, y fui bautizado en el municipio de San Bernardo, y parte de mi crianza la pasé en San Bernardo (Pobladores parcelación de San Pablo, 2018).

En la descripción que hace Ambrosio de su lugar de origen construye imágenes con un lenguaje geográfico y poético que permite una experiencia casi de inmersión en su niñez y el entorno de este poblado en plena desembocadura del río Sinú sobre el mar Caribe, en el delta de Tinajones.⁵ Su mención a “El Viento” dibuja la comunidad de reproducción, el arraigo al lugar donde nació su madre, y el bautizo que representa tal vez el sello que deja con marca indeleble de dónde son todos sus hijos. De esta manera queda vinculado desde niño por el vecindario y sugiere la existencia de una cantidad enorme de significados alrededor de quienes se identifican con ese lugar.

Eh, mi experiencia es tan grande y tan vivida, que bueno, aprendí algo de la lucha desde pelao, porque en el año 1960, yo nací en el 48, en el año 60 teniendo yo 12 años, se formó el primer pleito agrario en Córdoba, en el año 60 y contra los tiburones del mejor coleo en el fondo del Caribe, que era don José Santos Cabrera, un Senador de la república, con don José

⁵ El delta de Tinajones y San Bernardo del Viento son el escenario de la novela *Tierra mojada*, del escritor nacido en Lorica, Manuel Zapata Olivella, quien incorpora a este relato los antagonismos entre el campesinado y los terratenientes en esta región a principios del siglo XX.

Ignacio Martínez Lequerique. Y resulta de que en esa lucha, mi papá trabajaba cuando esa lucha en Sahagún, en el alcantarillado de Sahagún. Y lo llamó mi mamá con respecto a la lucha de un pedacito de tierra, una parcela. Y resulta que les tocó que ser encarcelado en los corrales donde encerraban esos blancos el ganado. Una parte quedó en Tinajones hacia abajo y otra parte en Sicará. A lo que estaba encerrados en los corrales de Tinajones, la gente yo he dicho que el hambre duele. Después de dos días de estar ahí encerrado a sol y agua en los corrales, no había quien le diera comida a esa gente porque no dejaban entrar a nadie y acá en Sicará lo mismo, se unió el pueblo, y las mujeres ¡Vamos a llevarle la comida a los maridos! Así nos pongan presas con ellos. Y mi mamá dijo que se venía con la Marra Angulo que por ahí la familia tiene unos nietos, para Sicará porque acá también estaban un cuñado y un hermano. Estaba mi tío Amancio y mi tío Simón Licona preso acá en Sicará y mi papá allá con mi tío Juan asentado en los tubos de la draga en Caño Grande. Entonces cuando llegamos a Sicará, yo dije yo a mi mamá no la dejo ir solo pa' que allá la pongan presa, yo me voy con usted.... Ahí empecé yo a ser luchador (Pobladores parcelación de San Pablo, 2018).

Su recuerdo de infancia es una pequeña radiografía de la historia de poblamiento, de relaciones históricas de dominación, de racismo, de corrupción política, pero también de resistencia de cientos de familias que se decidieron a recuperar las tierras y aguas, despojadas por décadas en los humedales desecados por terratenientes con el fin de acumulación inescrupulosa. Ambrosio, como parte de esta generación de luchadores y luchadoras construyó una visión de la lucha a partir de esta primera experiencia de ver a su madre movilizarse con arrojo para salvaguardar la vida de toda su familia. Esta generación de luchadores tuvo que atravesar múltiples dificultades para contar hoy con comunidades enteras que obtienen su propio sustento de un medio natural mediante el cual reviven y actualizan formas ancestrales de habitar conocidas como propias de la “cultura anfibia”. Estos poblados o parcelaciones transformaron el espacio tras ejercer formas de territorialidad particulares por medio de su persistencia, que trastocan la presencia homogénea de latifundios y desafían décadas de abandono estatal y desprotección frente a sus derechos sobre la tierra a pesar de que aún no cuentan con títulos de propiedad sobre ella.

Desde la fuerza histórica de la vivencia, el relato de Ambrosio es contundente al anunciar los antagonismos que persisten y que atravesaron generaciones enteras en esta región, relaciones que son vistas de forma diferente por cada una de ellas. Para los luchadores históricos como Ambrosio, su lucha se desarrolló liderando las movilizaciones desde los sindicatos agrarios en las décadas de 1970 a 1980, incluso la de 1990, lo cual les permite posicionarse en un lugar diferente, que no se conforma con un pasado épico, heroico, investido de dignidad, sino que se muestra activo y presente, desde él observan el contexto actual y las acciones de las generaciones presentes. Luego de la remembranza de las luchas pasadas, Ambrosio manifiesta su convencimiento de la efectividad de la recuperación de tierras, pero también con realismo manifiesta que los cambios que observa hoy hacen difícil que estas formas de lucha puedan seguir siendo empleadas para la permanencia, entre otras causas por la inclusión de la toma de tierras como un tipo penal, el distanciamiento afectivo y corporal de las nuevas generaciones con el campo, por la existencia de otros mecanismos para la gestión de los conflictos, a la vez que se han agudizado las formas violentas de respuesta de los grupos antagónicos.

Ser de las ciénagas es ser “nacido(a) y criado(a)” en ella, pero también es sentirse acogido y no ser forastero. Y a la vez, entre los nativos de las ciénagas hay una gran diferencia en ser personas “nacidas y criadas en el baldío”, es decir, en las tierras libres, en las tierras recuperadas a un terrateniente que había ocupado tierras del humedal (Comunidad Punta de Yanes, 2019). Hoy son adultos jóvenes quienes nacieron después de 1978, “La hora cero de la Ciénaga”, año que marcó un antes y un después que en conjunto se reconoce. Esta relación con el baldío está cargada de orgullo y emoción en lo relativo al territorio que representa, como tal un objeto de disputa, pero también como oportunidad de nacer dentro del territorio ya disputado, un territorio ganado, a pesar de que aún no se cuente con escrituras de propiedad, siendo parte de un logro colectivo. Así, nacer y en general vivir en el baldío responde a una negociación con las otras formas de habitar el territorio, en medio de los ciclos y el acomodarse dentro de los espacios que dejan los otros en función del agua y su dinámica. Este logro es para muchos la única fuente de sustento y el objeto de muchos esfuerzos materializados en las casas, las huertas caseras, las parcelas y la comunidad, aun bajo la condición

de ser inundable, porque “¿Por qué se cultiva en la ciénaga? porque no tenemos tierra donde cultivar”.

Ése sí es nacido aquí en el baldío

[...] soy nacido aquí en el baldío, me siento muy contento de estar aquí en el baldío porque la verdá es que es una tierra buena aunque llega el invierno pero estamos aquí luchando diariamente por la labor diaria de ser campesino, me siento orgulloso de ser campesino. Esta tierra no la cambeo por nada.

Asimismo tiene un valor adicional ser nacido en el baldío y ser pescador, es importante ser un auténtico pescador, proveer de alimento a la comunidad por medio de una actividad, que además, es riesgosa y exigente, pues requiere irse desde las 3 a.m. en jornadas que pueden extenderse por varios días, recorriendo largas distancias y exponiéndose a accidentes con animales o cualquier otra causa en medio de la oscuridad de los caños, preferiblemente alumbrada por la luna llena.

Y ese muchacho es pescador, con malla, con atarraya, con lo que venga. Ése sí es pescadó neto, el día que desequen él pone el agua (Comunidad Punta de Yanes, 2019).

Para una mujer joven, nacida en el baldío como Nasly, de la comunidad de San Pablo, municipio de Cotorra, ese origen es reivindicado por haber marcado su trayectoria y a partir de ese hito construye una identidad desde su familia y su comunidad, estableciendo un puente entre la historia personal y lo común, al vincular mediante ella la lucha en el baldío. Hoy, de todos sus hermanos es ella quien se encuentra más vinculada estrechamente a los procesos organizativos.

Bueno, mi nombre es Nasly Madarriaga López, vivo aquí en la comunidad de San Pablo, soy hija aquí del señor Eliecer Madarriaga y de la señora Silvia, que ellos como él dijo, mi papá es de San Bernardo mi mamá es de San Antero, tengo la gran... que como el señor Ambrosio que dependo de dos partes costaneras entonces llegué aquí en el año 82 que llegaron mis papás, vine en el vientre de mi mamá, el año siguiente, no, en el año 83, el mismo

año ahí llegaron en junio y yo nazco en diciembre. Entonces, cuando, por no decir pues, que tuve ese... esa, cómo decir yo... suerte, porque todos mis hermanos, unos nacieron en Sicará, otros en Lorica, mi papá que mandó mi mamá unos tantos días para Lorica para que fuera a alumbrar, porque imagínese, de aquí tenían que irse a Tierralta a pie... para escoger carro y de ahí se iba a Lorica, pero mi mamá no alumbró sino que se vino, estando acá le da el parto tarde en la noche, en la madrugada le tocó, fue a mi papá. Él dice que fue una experiencia que nunca había vivido (Pobladores parcelación de San Pablo, 2018).

San Pablo es una de las comunidades más emblemáticas para la lucha por la tierra liderada de la década de 1980 en la Ciénaga, pues fue uno de los epicentros de la “Hora cero de la Ciénaga”, épico evento en el que hombres y mujeres comparten responsabilidades para sostener a la organización, apoyándose y relevándose. A pesar de que la ciénaga y su población rural están relativamente cerca de los centros poblados y la capital del Departamento, las distancias sociales que operan en estas comunidades frente al acceso a derechos determinaron y aún determinan, privaciones en el acceso a servicios básicos y el ejercicio de derechos. Estas dificultades dejan una huella de identidad que resaltan como una fortaleza que le lleva a concluir a los pobladores que quienes nacieron adentro, tienen una relación diferente con este ecosistema, que influye en el grado de apropiación que manifiestan en comparación con otras personas nacidas “afuera”.

De igual forma, del relato podemos destacar la referencia al papel de las mujeres en la construcción de los procesos organizativos en defensa de los bienes comunes y lo común, asumiendo tareas en la colectividad más allá del espacio privado del entorno familiar y promoviendo cambios de roles en su relación con los compañeros hombres frente al cuidado de la familia, en un hito para toda la Provincia como fue el momento fundacional de la Asociación de Pescadores Campesinos Indígenas y Afrodescendientes para el Desarrollo Comunitario de la Ciénaga Grande del Bajo Sinú (ASPROCIG):

Que, de todos los hijos la única que vine a nacer acá fui yo y el parto difícil de mi mamá porque nació de pie, nació casi ahogada, mi papá fue que me salvó la vida porque le tocó chuparme la nariz y todo eso, mi mamá casi se

muere. Entonces dice que es una experiencia que tuvo muy grande para él. Entonces mi mamá como dijo el señor Ambrosio es una de las fundadoras de ASPROCIG, mi mamá desde que yo me acuerdo desde que tengo usos y razones, que ya me acuerdo mi mamá se iba por aquí, en canoa la iba a llevar mi papá a reunirse allá a las Arepas con los demás compañeros, de allá venía tarde (Pobladores parcelación de San Pablo, 2018).

En las memorias también surgen los episodios donde los antagonismos se encarnan, cuando se rememoran algunos de los momentos más difíciles de la confrontación con los terratenientes durante las décadas pasadas, tensiones que se han transformado en el tiempo a la par de los cambios en la relación entre las partes.

Nos dejó en la casa con mi hermano mayor y la hermana, bueno, ellos nos cuidaban. Bueno, entonces le sigo el cuento cuando bueno, cuando se empezó esto aquí cuando hubo una quemazón, mi papá recuerdo que echa mi mamá el cuento que estaba yo pequeña, aquí vino Elías Milanés y mandó a mochar todas las viviendas, ya ellos tenía todo esto con las casitas.

Entonces yo desde que nací estuve viendo, viviendo todo el trascurso de esta problemática que se dio aquí. Aquí las mujeres para poder sostener por ejemplo, los hombres iba a pescar por ejemplo a Sicará a eso, entonces aquí los alrededores, como ella pescaba y eso, y de aquí se iban a La Culebra a cambiar por vituallas, lo que dicen, yuca, plátano. Entonces, la una le dejaba el hijo a la otra pa' que la otra fuera con la otra de a pie, a buscar el sustento mientras que los maridos no estaban (Pobladores parcelación de San Pablo, 2018).

En contraste con la historia anterior que proviene de la comunidad de San Pablo, epicentro de la recuperación de tierras en las ciénagas, pues fue el primer lugar donde se presentaron en ese momento las movilizaciones campesinas, el siguiente relato de la comunidad de Charco Ají revela otra mirada desde otra orilla de la Ciénaga y la cercanía con una de las mayores afectaciones ambientales que provoca hoy graves daños por las inundaciones cíclicas que cada año se presentan y afectan diferencialmente a las comunidades. En contraste, el ser anfibio se encuentra afectado por su elemento, las transformaciones del territorio y las presiones

a las cuales es sometido son de una magnitud que la relación con el agua cambia. En este caso se hace parte de una vulnerabilidad, ¿o el hecho de la permanencia es una muestra de esa resiliencia?

[...] y ya he estado po bajá la guardia porque las aguas no nos dejan cultivar, sufrimos mucho con las aguas, nosotros nos metimos aquí en estas tierras cienegosas, pero cuando viene el invierno ya estamos con el credo en la boca que cuando nos vamo a hundí, que no vamo a sembrá, que vamo a perder. Y usted sabe que hay un dicho que somos como el iguano macho que tiramos po el derecho, perdimo o ganamo, y aquí estamo paraos porque aquí es una tierra sana, santa, una tierra virgen que aquí puede dormí uno donde sea, y comemos de lo que rebújquemos, pero gracias al que está arriba el poderoso, el que nunca nos ha dejao desamparaos, que todos los días nos da el pan, por un lado y nos lo quita y nos da la otra y aquí estamos paraos (Comunidad Punta de Yanes, 2019).

Sin embargo, los habitantes de Charco Ají observan con claridad el conflicto al cual se encuentran enfrentados y las relaciones de poder que están implicadas desde el actuar de los otros en el territorio. El vecino hoy es el terrateniente al cual esta comunidad le disputó una parte de latifundio que ese otro constituyó a partir de la desecación de la ciénaga. Observa la diferencia y la afectación, cómo en el espacio hay territorios que deben asumir unas consecuencias por otros a causa de las intervenciones sobre el ecosistema, generando una percepción de las diferencias y las violencias directas y simbólicas que se están ejerciendo, por un lado desde el control armado del territorio a pesar de que para algunos pobladores víctimas no exista conflicto armado, pero también desde el traslado de los costos de los daños ambientales. En una mayor escala se puede observar la afectación de las mismas comunidades por el vertimiento de residuos a las aguas del río por parte de la zona urbana de la capital del departamento en la cuenca media.

En nuestro territorio de pronto conflicto armado no existe, pero sí ese conflicto que ya los dueños de finca inmensa, que nosotros nos vemos desprotegidos ahí sí se va a generar un conflicto. Fíjese la intimidación que ellos nos están haciendo, en pleno invierno del año pasado nosotros mirábamos la finca de todos los que están aquí vecinos, sequesita, mientras nuestros

hijos en el agua, eso es una tristeza, ahí se va a generar el conflicto, entonces si nosotros nos organizamos vamos a tumbá esos camellones, no falta quien vaya a mirar quién organizó y ahí vienen y lo mandan a matar. Y ahí sí ya hay, un conflicto (Comunidad Punta de Yanes, 2019).

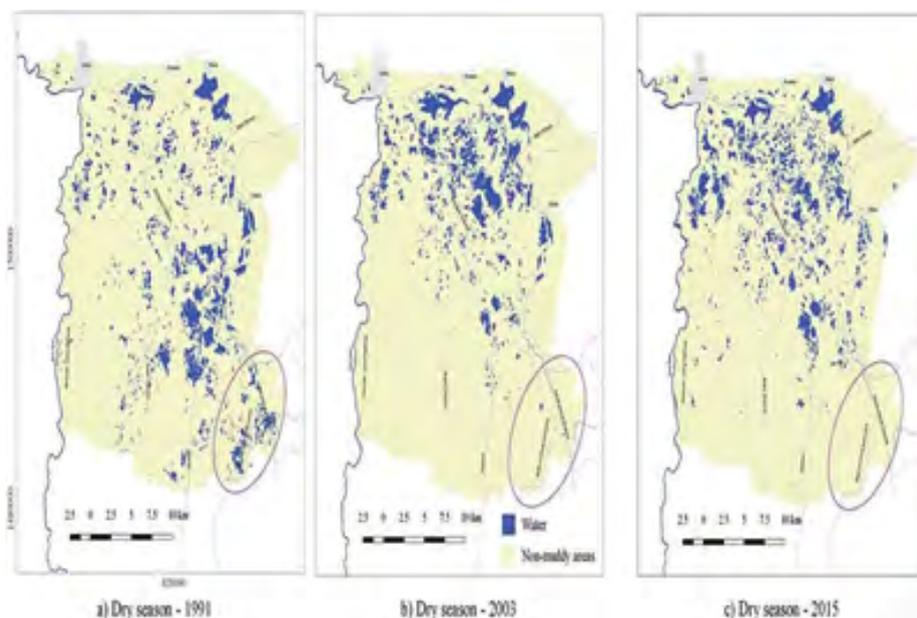
El estudio de Mejía *et al.* (2019) elaborado a partir del análisis de sensores remotos (satélites) señala las transformaciones sufridas en la Ciénaga grande entre 2003 y 2015, con el fin de verificar los efectos producidos por la entrada en funcionamiento de la hidroeléctrica Urrá. Como resultado de la indagación se pudo verificar que las afectaciones en la dinámica hídrica se venían presentando con anterioridad a la entrada del proyecto en la cuenca alta del río, abriendo la pregunta sobre la magnitud y atribución específica de afectaciones por la desecación criminal de los cuerpos de agua. Por otro lado, el estudio que empleó una metodología multitemporal con apoyo de fotografías satelitales, evidenció que en un periodo de 25 años disminuyó 56.2% “la capacidad de reserva de agua del ecosistema, el número de cuerpos de agua disminuyó en un 24.7% y también disminuyó el tamaño promedio de los mismos en un 41%”.

De igual manera, el estudio confirmó la desaparición de un área importante de cuerpos de agua al suroriente de la Ciénaga, la cual, concluyeron, es atribuible a la construcción de un camellón en el sector de “Las Palomas” que interconectó a los municipios de Chimá y Lorica a partir de 1994.

A continuación se presentan algunos testimonios de habitantes de Charco Ají, parte del área afectada, quienes reflejan su visión desde lo local de este daño ambiental, de cómo afecta sus vidas y cómo explican el mismo:

Al pueblo Punta de Yanes. Canalizaron el caño viejo y ahora el agua corre pa arriba. Esto ahora está sedimentado, ahora mismo hay las garzas buscando pescaito, eso está abonao completamente. Ese arroyo tenía la salida, y botaba pa acá abajo y ahora enderezaron, metieron alcantarilla.

Resulta que el arroyo no tiene salida, no cruza para abajo. No hacía casi arena y ahora lo enderezaron.



Fuente: Mejía *et al.*, 2019.

El agua llega, el agua llega a esa parte y se pregunta, ¿bueno y ahora pa dónde voy? ¿Sí me entiende? Entonces el agua como tiene la enrosquita pa arriba coge pa arriba, pero ella llega ahí y se aquieta.

La percepción de los habitantes de Charco Ají en relación con los efectos de la obra identificada por los científicos en este estudio es una lectura local que se complementa con el análisis hecho a una escala mayor desde una visión aérea de las ciénagas. Resulta interesante que los dos análisis coinciden en las explicaciones sobre el origen de la afectación de la dinámica hídrica del cuerpo de agua, la diferencia se encuentra en el lugar desde el que hablan. Más allá, los relatos de la población de la zona afectada revelan la magnitud de los efectos sociales de este daño ambiental pero también la explicación con la cual reconocen el carácter vital y dinámico del cuerpo de agua y no como un objeto inerte como puede presentarse desde otras miradas.

Desde otro lugar de las ciénagas viene la reflexión de Ena, habitante del corregimiento de San Sebastián en el municipio de Lorica, al extremo norte de la ciénaga, quien nos da cuenta de la interpelación que ella hace desde su ejercicio de memoria, poniendo de relieve las características de la cultura anfibia y establece una diferenciación entre el antes y el ahora, de cómo abordaban la situación las comunidades, en una diferenciación cercana a la explicada por Daneris entre la creciente y la inundación. Entonces es sorprendente que ella relata sobre esa capacidad de adaptación y paradójicamente añade que antes las inundaciones eran más grandes que ahora, que las condiciones posiblemente eran más difíciles, pero entonces, ¿la adaptación era mejor?, ¿o la adaptación sigue actuando ante cambios inéditos? Previamente ella atribuye esta diferencia a la transformación artificial de los ciclos por causa de la represa de Urrá. Más allá de la adaptación o no, la reflexión que hace sobre los cambios se realiza a partir de una capacidad previa, un elemento clave de la resiliencia.

Ena: Y eso es lo que le quiero decir que uno, por ejemplo, se preparaba para la época de invierno. Mi papá decía que eran 6 meses de invierno y 6 meses de verano. Y la gente ya desde el mes de abril se preparaban. Cortaban las horquetas para hacer el tambo, se preparaban con la canoa, se preparaban para la siembra del arroz, y en esa época los arroces los cortaban en canoa, y habían inundaciones más grandes que ahora y la gente cogía su cultivo. Mi papá, una cosecha de arroz le alcanzaba a la otra. Y ahora la gente no siembra, porque si lo siembra en el bajo, el arroz se le ahoga, si lo siembra en lo alto se pierde del verano. Entonces la gente ya no siembra, ya perdieron esa cultura, porque ya. Y sabían que el primer mes de verano era octubre y el invierno era abril, y ellos se preparaban, se preparaba uno para esos 6 meses de verano y después para 6 meses de invierno (Pobladores de San Sebastián de Lorica, 2018).

Luchas anfibias por los bienes comunes

La historia de las recuperaciones en el Bajo Sinú es de largo aliento, por lo que a continuación se traza una panorámica en forma de línea de tiempo para delimitar los hitos sobre los cuales se tejieron las luchas en esta

provincia en periodos anteriores, para luego profundizar en los hechos que marcaron los últimos 20 años:⁶

- (1850-1942): trashumancias, haciendas y primeras luchas agrarias en el Bajo Sinú.
- (1942-1991): escaladas de los conflictos, luchas épicas y grandes flujos migratorios.
- (1991-2000): “Adiós río”, resignificación de la lucha por la tierra y el agua en medio de la hegemonía paramilitar.
- (2000 hasta la actualidad): diversificación de abordajes y emergencia de nuevas conflictividades por la degradación ambiental y la escasez.

Los significados que los pobladores dan a las luchas en su terruño dan cuenta de su dimensión creativa, de su conexión con lo político como forma de enfrentar la avanzada de las territorialidades de dominación. El punto de entrada a estas simbologías son los espacio-tiempos condensados en las tres zonas identificadas en el apartado anterior, detallando las formas de resistencia libradas desde cada orilla del complejo cenagoso. La zona sur es lugar de las parcelaciones históricas de la recuperación de tierras, que influyó como hito fundacional de las territorialidades anfibias y a la vez como origen de los nuevos procesos de resignificación que se observan en las zonas de la margen izquierda y el norte.

Del 2000 hasta el presente, la operación de la hidroeléctrica entre otros factores, como las transformaciones de los mercados agropecuarios en el sistema mundo y el afianzamiento de los poderes de facto en la provincia, agravaron las vulnerabilidades socioambientales (que comenzaron aproximadamente desde la década de 1940) haciéndose visibles por medio de impactos sobre la vida del campesinado, como la escasez de peces, la contaminación del agua y el suelo, la sedimentación, la desprotección jurídica, social y humana. Al tiempo que se lucha por el acceso material y jurídico a la tenencia de la tierra se enfrentan las amenazas sobre el territorio y el ecosistema.

⁶ Para una descripción más detallada de las luchas en los periodos anteriores pueden consultarse a Vásquez *et al.* (2019) y Rojas y Hoyos (2019).

Estos 23 años marcaron varios hitos en la transformación del ecosistema, en el contexto político y económico, así como en las acciones de lucha. En resumen, se puede plantear que se caracteriza, en cuanto al ecosistema, por el deterioro y mayores presiones sobre el ecosistema por el agravamiento de las afectaciones debidas a la desecación de humedales, la transformación paulatina de ganadería extensiva a la agroindustria, la adopción de los transgénicos tanto en la economía familiar campesina destinada a la venta y la transformación de actividades tradicionales como el cultivo de arroz, por el cultivo emergente de palma de aceite. La transformación tecnológica también está marcada por el incremento del uso del trasmallo en lugar de la atarraya con la consecuente depredación de las escasas poblaciones de peces.

En el ámbito político, se parte de la desconfianza en las instituciones regionales por la certeza de su cooptación por los poderes de facto locales, ligados a los intereses de grupos armados, narcotraficantes y clanes políticos. Desconfianza que no puede ser total, dado el reconocimiento del rol y las obligaciones que deben cumplir las instituciones, especialmente la Gobernación y las alcaldías, por lo cual esta distancia se matiza con la existencia de procesos de diálogo y negociación con la rama ejecutiva mediante una vinculación con los entes de control como la Defensoría del Pueblo, la Procuraduría, la Contraloría. En ese aspecto, las comunidades y organizaciones viven una resignificación de sus luchas, por medio de la conformación y multiplicación de las organizaciones de economía solidaria, la adopción de la acuicultura como alternativa a la crisis de la pesca, la creación de proyectos productivos enfocados en servicios ecoturísticos y otras actividades ligadas al aprovechamiento económico de los servicios ecosistémicos y las culturas anfibias.

Estas apuestas organizativas que se crearon en respuesta a los efectos de la represa de Urrá como compensaciones o alternativas, han construido múltiples capacidades, entre éstas algunas destacan en la gestión de proyectos con reconocimiento, que incorporan los valores y saberes de las culturas anfibias a su misión desde la agroecología, la búsqueda del reconocimiento y protección de los medios y formas de vida campesinos. Asimismo, se han construido nuevas plataformas sociales de segundo y tercer nivel de campesinos, pescadores artesanales, productores agroecológicos, víctimas del conflicto armado, que se apalancan por medio de la recuperación de alianzas con los movimientos campesinos y ambientales

a escalas nacional e internacional, que llenen en parte el debilitamiento de los procesos organizativos de décadas pasadas como los sindicatos agrarios.

El punto de inicio de este periodo, el paso al nuevo milenio heredó un hito de resistencia con la Sentencia T-194 de 1999 de la Corte Constitucional (Corte Constitucional y Mp. Gaviria Díaz, 1999), un resultado del litigio estratégico que lideraron principalmente el pueblo indígena Embera de la cuenca alta del río Sinú y el campesinado del Bajo Sinú organizado alrededor de la ASPROCIG. La resistencia también se hereda de ese gran hito que fue lo que distintos grupos llaman “La Marcha”, que consistió en el proceso organizativo emblemático que llevó su voz a Brasil, algunos países europeos, participaron en una sesión de la Comisión Mundial de Represas, así como se integraron a la Red latinoamericana de acción contra las represas y acción por los ríos (Relar) y al Movimiento Ríos Vivos (Rojas y Hoyos, 2019:87).

Juan José [se refiere a Juan José López, asesor de ASPROCIG] dijo: Vamos a hacer un convenio con todos los grupos de campesinos alrededor de la Ciénaga y vamos a hacer una marcha de protesta en Bogotá. Pregúntele a Candelario, fuimos tres buses de aquí a Bogotá a protestar, y fue mi compadre, a protestar por el dicho proyecto hidroeléctrico de Urrá. Y vea lo que sucedió (Ambrosio Licon Carmona, Pobladores parcelación de San Pablo, 2018).

Las organizaciones sociales en estos territorios debieron transformarse en las décadas recientes a causa de los efectos negativos de la crisis climática, de la violencia política, pero también por la necesidad de adaptación a las radicales transformaciones del proceso de globalización, que han puesto en jaque a las comunidades con arraigo territorial y étnico. Dichos procesos acarrear conflictos al interior de las comunidades, expresados en la ruptura generacional frente al valor de la tierra y el territorio y frente a las luchas frontales que dio el movimiento campesino de cara al establecimiento, la reticencia de los más jóvenes para dedicarse a las labores agrícolas, la pesca, la artesanía y su defensa como patrimonio ancestral (De Sousa, 2001).

Estos reacomodos representaron también tensiones al interior del movimiento campesino anfibio ya que, a diferencia de otros territorios,

se debió continuar la lucha por la tierra mientras se incorporaban otras luchas como las reivindicaciones por la protección de los ecosistemas y el territorio. Es decir, en contraste con otras comunidades en el Sur Global, en el Bajo Sinú no se ha terminado de producir el “giro ecoterritorial” de las luchas sociales (Svampa, 2019).

Durante el proceso de investigación se encontraron al menos tres formas o vías de persistencia de la cultura anfibia mediante los procesos organizativos en el Bajo Sinú y al interior del Movimiento, vías que no son ni paralelas ni excluyentes, ni personificadas en sujetos concretos, que resultan de un análisis de los espacios, los actores y las prácticas:

- Una *vía agrodiversa* de diferencia radical, más identificada con las tradicionales luchas agrarias, pero arraigada en la cultura anfibia histórica y conectada globalmente con las alternativas al desarrollo.
- Otra *vía ecologista reformadora*, más identificada con la mirada del relevo generacional y algunos sectores de jóvenes y mujeres, que entra en mayor diálogo con la institucionalidad a escala nacional y los movimientos ambientales a escala global, y asume el reto de transformarse con arraigo local dejando atrás las luchas agrarias.
- Una tercera *vía desarrollista*, más identificada con las iniciativas gubernamentales tradicionales del nivel local, adopción de mecanismos tradicionales, en algunos casos clientelista, para la gestión de recursos como medios para la mitigación de afectaciones o mejora de condiciones de un grupo o comunidad en particular.

Existen procesos organizativos de la vía agrodiversa que mantienen un vínculo orgánico y vinculan activamente a los jóvenes y mujeres en estas tradiciones de lucha, en los espacios formativos con organizaciones de derechos humanos que trabajan en el territorio como el Centro de Investigación y Educación Popular (CINEP).⁷ Al mismo tiempo existen otros

⁷ El CINEP promueve la conformación de una red conocida como Grupo de Pobladores por la Tierra y el Territorio que fomenta vínculos entre pobladores de toda la cuenca, desde el municipio de Tierralta en el nacimiento hasta San Bernardo del Viento en la desembocadura.

grupos de jóvenes y mujeres que no necesariamente se identifican con las luchas precedentes.

Precisamente el Movimiento tiene dificultades para abordar la inclusión de las mujeres y la juventud, a pesar de que entre sus integrantes y el comité coordinador se encuentran varios de ellos (Cooperativa de mujeres productoras de Cotocá Arriba, 2019). De las tres comisiones organizativas, la de mujer rural y juventud está un poco rezagada en comparación con las otras dos: Comisión de ordenamiento territorial y ambiente, y Comisión de tierras.

Aunque estas diferencias pasan desapercibidas en principio, existen y dan muestra de la diversidad de lecturas y posiciones que puede haber entre las diferentes organizaciones que componen el Movimiento. Otro ejemplo es la lectura que se hace de los procesos de recuperación de tierras de décadas pasadas. Sin ser posiciones totalmente opuestas, una parte reivindica con mayor fuerza las luchas por la tierra dentro del área del Complejo Cenagoso, definiendo los conflictos como agrarios y guiándose por las normas agrarias, planteando como solución alguna vía de formalización de las ocupaciones campesinas dentro de los humedales.

Mientras otra parte lo define más como un conflicto socioambiental que debería orientarse por las normas ambientales, y en consecuencia con cada explicación hay una lectura crítica de los procesos pasados de formalización de la propiedad de la tierra dentro de los humedales por parte del Estado colombiano, y de la presencia no sólo de los latifundistas en los humedales sino también del mismo campesinado, planteando como solución la titulación de tierras en áreas con aptitud agrícola.

Por ejemplo, aunque la ASPROCIG fue fundada por luchadores históricos de las parcelaciones recuperadas de la Zona Sur, algunos de los cuales hoy siguen haciendo parte la organización, sus directivas tienen un enfoque distinto y son críticas de la lucha por la tierra:

Es una ASPROCIG diferente, que no se quedó en la lucha por la tierra, la lucha de los líderes mayores. Ha transitado a ser una organización que da otro tipo de luchas. Está compuesta y trabaja para la tercera generación de nacidos en los ABIF, que tienen unos intereses, unas necesidades diferentes (Juan José López Negrete, Integrantes de ASPROCIG, 2023).

Igualmente hay diferencias en relación con la identidad, según sea agricultor o pescador, de lo que se desprende una lectura sobre la legitimidad o no para acceder a una adjudicación de tierras, o la vinculación a un proyecto productivo, pues se tiene una lectura diferenciada sobre quiénes serían sujetos de derecho a la titulación de tierras de la reforma agraria.

Así, de vez en cuando aparecen estas discusiones en los espacios de trabajo o los grupos internos de comunicación del Movimiento, como un asunto que sigue sin resolver, que incluso genera tensiones o distancias entre las organizaciones, lo cual provocó que algunos procesos se mantuvieran al margen del Movimiento, por la fuerza que tuvieron desde un principio las acciones en el tema de tierras, aunque en su coordinación participen organizaciones identificadas con las diferentes posiciones. La divergencia de posiciones dentro de los procesos organizativos actuales aparece como talanquera algunas veces, como posibilidad en otras, para avanzar en acciones colectivas, como la conformación de la Mesa de trabajo regional de crisis climática en el Bajo Sinú.

El siguiente fragmento de las comunicaciones de Movimiento Social resume parte de estas discusiones frecuentes:

Estos baldíos no debieron ocuparlos porque esto con el tiempo nos llevaría a la realidad que tenemos hoy, una población que ha crecido y que necesita inversión social y por estar dentro de la Ciénega grande todo lo que se haga irá en contra de ella. Lo que dio el INCORA en su momento, contratos de comodato de uso, eso se debió seguir haciendo año tras año, para que el CAMPESINO no creara pueblos como los que hay al día de hoy (Enildo Cantero Doria, Grupo de WhatsApp Movimiento social el agua contando historias, 2021).

El vivir sabroso y el reencantamiento del mundo anfibio

De la síntesis de tres formas en que se presentan las luchas por los bienes comunes en el complejo cenagoso de profundizará en las formas ejercidas en particular desde la Parcelación de San Pablo, en la zona sur.

Las comunidades de las ciénagas y los pobladores de la parcelación de San Pablo en particular, dieron sus primeros pasos para la construc-

ción de un sistema autónomo agroalimentario a la usanza de sus antepasados. Así, en medio de los abusos de la fuerza pública y luego de los embates de los actores armados que se ensañaron en contra de sus procesos organizativos, las familias se integraron como nuevos productores y productoras autónomas al mercado local, comenzando a producir una gran cantidad de alimentos para ésta y otras comunidades cercanas; todo lo anterior mientras al otro lado de la cerca se establecía todo un desarrollo producto de la revolución verde y luego del enfoque de Desarrollo Rural Integrado. Todo este proceso no fue aislado como se dice, por supuesto estas comunidades también debieron integrar a sus prácticas la dependencia de las semillas mejoradas y con posteriores ajustes como la implementación de la semilla “terminator” que llevó casi a la pérdida de las variedades de maíz sereno.

Fue este alimento y su Festival del maíz sereno, que se realiza en abril de cada año, el que provocó un retorno a las relaciones de producción y comercialización de alimentos. Justo a 10 años de la “Hora cero de la ciénaga”, el proyecto Urrá amenazaba a toda la región con la devastación ambiental que luego se materializó. Este fenómeno hizo, en medio de una gran indiferencia, que la comunidad de San Pablo, luchadores históricos por la tierra, se reinventaran en un emblemático comienzo por medio de la fundación de la ASPROCIG, una organización fundada por campesinas y campesinos con el objetivo explícito de conservar un modo de vida que habían venido construyendo en la práctica, como concepto-síntesis de la praxis: “El vivir sabroso”, aunque un tanto diferente del Buen vivir, del *SumaQmaña* consagrado en la Constitución política boliviana, tal vez en un sentido más caribeño, integral, no sólo referido al gusto del paladar en los alimentos, también referido al vivir sin preocupaciones, en forma similar como lo registra la Corte Constitucional de Colombia en su línea jurisprudencial: “Vivir bien, vivir como quiera, vivir sin humillaciones” (“T-881-02 Corte Constitucional de Colombia”, 2002).

De esta manera y de forma adaptativa, la parcelación de San Pablo comenzó un camino de retorno y recuperación no sólo de las tierras y aguas que hacían parte de su territorio antes de que los latifundistas se apropiaran ilegalmente de las áreas inundables de la ciénaga; inició también la recuperación de las prácticas ancestrales de cultivo de la cultura zenú mediante terrazas agrícolas que les permitieron adaptarse a

los drásticos cambios en la dinámica hidráulica de la ciénaga por efecto de la construcción de la represa, sino también como forma de adaptación a los primeros síntomas de la crisis climática que hoy se evidencia. Mientras tanto siguieron la lucha de la permanencia pacífica, incluso ante los atropellos como la construcción de un puente sobre un caño por parte de Elías Milane, que luego fue pagado por el Estado y aun así, que luego fuera sellado con un muro para impedir su uso por parte de la comunidad, quedando como un símbolo monumental de la ruptura de este latifundio con el colectivo que tenía como vecino.

Y así, a la par que el “tercer mundo”, siguiendo los pasos del bloque económico de Brasil, Rusia, India, China y Sudáfrica (BRICS), reclamaban en derecho al desarrollo y a pasar por ahí. Los cultivadores también se adaptaron utilizando las semillas transgénicas para el cultivo de maíz, sólo para la venta, pues el maíz criollo sigue reservado para el autoconsumo, lo que se destina a las redes de mercados a las cuales, a pesar de todo, del terrateniente y del Estado, están conectados.

Finalmente, como puede observarse en este paneo por la identificación de los factores determinantes de la seguridad de la tenencia de la tierra, puede decirse que la comunidad de San Pablo no cuenta aún con títulos de propiedad, por el Estado, producto de otro enfoque proteccionista y replicado del conservacionismo propio del modelo del desarrollo sostenible (Isla, 2016), mientras en el mismo lugar el latifundio, transformado en agroindustria por la alianza regional-nacional de élites terratenientes, hoy cuenta con títulos de propiedad y una red de flujos de capital y acumulación de rendimientos, cuyo destino final requiere una investigación a detalle. A pesar de ello, la comunidad de la parcelación de San Pablo ha seguido adaptándose desde su lógica local, cuyo potencial como alternativa al desarrollo también merece ser estudiado en diálogo a profundidad, afianzando a pesar de la informalidad en los títulos de propiedad, una relación estrecha con el territorio, con un arraigo cuya prueba es la misma permanencia a pesar de las condiciones adversas que el contexto local y global les impone.

Todo en interacción, confluencia y manejo asertivo de determinantes como las lógicas centralistas que mantienen una visión paternalista y asistencialista, paliativa de los daños del desarrollo por parte del Estado, las pretensiones de homogenización de la identidad por parte de los modelos de desarrollo impuestos a la región conectada con circuitos

socioeconómicos y culturales globales, para los que las características particulares terminaron contando poco. En una subregión con grandes contrastes, donde las políticas de desarrollo rural en lugar de beneficiar a los menos favorecidos, fomentaron el beneficio y participación de los más conectados e informados, con un entorno político regional en el gobierno donde los planes de largo aliento, si es que fueron pensados, dieron muy pocos resultados, donde también se dio una gran fragmentación de poderes e iniciativas tanto de las agencias estatales como de las de cooperación para el desarrollo, las universidades, que replicaron el modelo de formación, extensionismo agrario, proyectos productivos descontextualizados.

Frente a la síntesis del “Vivir sabroso” según se vive en el Complejo Cenagoso del Bajo Sinú aún hay más por comprender, por el momento se puede concluir preliminarmente que más que uno, existen muy posiblemente muchos “buenos vivires o convivires” (Gudynas y Acosta, 2011:72).

De igual manera, esta postura del Vivir sabroso es expresada por personas como don Candelario Álvarez, quien suele hablar de ello desde su relación con la naturaleza, que es un elemento fundamental en el Buen vivir, cuando sus palabras son acompañadas de su invitación a meter la mano en un balde lleno de semillas multicolores de maíz sereno criollo, o viendo la necesidad de ir a caminar por el cultivo, tocando las plantas con los pies descalzos como una especie de ayuda sensorial para poder expresar su significado.

Por otro lado está la visión que se condensa en la jurisprudencia y las normas, siendo relevante el aporte que la Corte Constitucional hizo al reconocimiento de estos puntos de vista, aunque aún falte mucho camino para que exista un reconocimiento integral del sentido de esta expresión, discusión que viene dándose en Colombia, de forma marginal de los ámbitos institucionales antes de la llegada de Francia Márquez a la vicepresidencia de la república, quien la puso en la agenda pública como impulso a la incidencia que han hecho diversos colectivos dentro del campesinado (Convención Nacional Campesina, 2023).

Conclusiones

Existe una diversidad de prácticas y espacios de resistencia por la recuperación de los bienes comunes en la Provincia del Bajo Sinú, que pueden diferenciarse de los existentes en otros territorios por su relación estrecha con las culturas anfibia. Dichas prácticas son comprendidas y nombradas históricamente por los sujetos sociales como luchas. Estas expresiones son diversas al interior del complejo cenagoso y se han transformado en el tiempo en interacción con los drásticos cambios en el contexto territorial, socioeconómico, ambiental, exacerbados en los últimos 20 años.

Del análisis de estos procesos surge entonces un inventario de prácticas y espacios de resistencia entre los que se destacan los agroecosistemas diversos, donde se encuentran los espacios de recuperación de la agroecología y la reivindicación de las prácticas ancestrales como la pesca artesanal, junto a la emergencia de nuevas actividades como el ecoturismo, como forma de reapropiación del territorio, las organizaciones de mujeres, la persistencia de la siembra en las orillas de los caños y zonas inundables, las técnicas de adaptación hidráulica zenú, la permanencia de lo común en estrecha relación con los bienes comunes, mediante la asociatividad en las organizaciones de economía solidaria y de segundo nivel, que vienen a cubrir parte del espacio que dejaron los sindicatos agrarios que asumieron las demandas sociales del campesinado por el acceso a tierras en las décadas de 1960 a 1980.

También se identificaron como espacios de resistencia los acueductos comunitarios, la continuidad y reinención de las tradiciones culturales, de las celebraciones y las prácticas sociales que permanecen en estrecha relación con los ciclos naturales del agua a pesar de la inserción de las lógicas de separación entre el humano y la naturaleza, por ejemplo, en el día a día de productores agrícolas que vinculan el uso de semillas criollas para la alimentación familiar con el uso de semillas híbridas para la comercialización. Otra estrategia en dos décadas es la gestión y uso de recursos de compensación por los daños ambientales generados por la hidroeléctrica Urrá y el Estado, para la recuperación de la diversidad de la despensa agrícola como forma de resistencia. De este conglomerado de prácticas resulta la insistencia en la construcción de organizaciones de segundo y tercer nivel como plataformas que dan respuesta a las necesidades de sostenibilidad y articulación de vías diversas, paralelas,

de movilización campesina, de las cuales su más reciente expresión es el Movimiento Social en agua contando historias.

Se agruparon las prácticas encontradas en tres formas o vías de persistencia y lucha de las culturas anfibias en el bajo Sinú, que no son excluyentes, no representan un sujeto en particular, pero dan cuenta de las tendencias que se encontraron en los distintos casos concretos: Una *vía agrodiversa*, otra *vía ecologista reformadora*, y la *vía desarrollista*.

Las acciones colectivas de recuperación de los bienes comunes por medio de las parcelaciones, a pesar de la informalidad, reactualizan la construcción de territorios de reproducción de lo común, al trabajar de forma ininterrumpida como confederaciones de familias (Long, 2007:55) en forma de territorios de diferencia (Escobar, 2016). Estas formas de territorialidad anfibia en resistencia documentadas aquí, que se superponen con otras territorialidades estatales, hacendataria y capitalista, sirven como respuesta del campesinado sinuano a factores estructurales por los cuales esos comunes entran a ser parte de disputas a diferentes escalas dentro del modo de producción capitalista, en el contexto de la Provincia del Bajo Sinú.

La investigación presenta las formas particulares que tomó el cercamiento de los bienes comunes y su rápida incorporación al proceso de acumulación (Marx y Engels, 1976 / 1867-1883:906), pero a la vez, demuestra las formas mediante las cuales las luchas por lo común desvían de forma creativa energía a ese proceso de acumulación de capital mediante el ejercicio de la reciprocidad que está al interior de las culturas anfibias (Moore, 2020).

Desde el enfoque de la ecología política se analizó el contexto provincial y sus relaciones a escala global, identificando cómo y hasta qué medida este proceso de incorporación de los bienes comunes al proceso de valorización y acumulación del capital hacen parte de las respuestas de ajuste estructural a las crisis cíclicas y a los procesos de “neoliberalización de la naturaleza” (Manrique y Bernal, 2019:74).

Las luchas históricas apalancadas en una rica experiencia colectiva de procesos organizativos se resignificaron a través del tiempo. La información recopilada en este caso permite concluir que a diferencia de lo encontrado en otras experiencias y lugares, en el Bajo Sinú no hubo un “giro ecoterritorial” en los objetivos de las luchas, es decir, aunque a inicios de la década de 2000 en muchos países, se dio una transición en

los objetivos de los movimientos sociales, desde las reivindicaciones por el acceso a la tierra hacia la defensa del territorio y del medio ambiente, en el Bajo Sinú, a la lucha por el acceso a la tierra, aún por resolver en Colombia, se sumó la lucha ecoterritorial.

En contravía, estos colectivos ejercen formas sutiles o directas de resistencia desde abajo. Con base en el trabajo realizado se pudo encontrar que al contrario de lo que sugieren los autores de referencia sobre este giro (Svampa, 2019), las luchas en el Bajo Sinú no han dado del todo dicho giro. Hoy persisten las tensiones que indican reflexiones pendientes o apenas en proceso, aprendizajes que surgen también en el hacer memoria de las luchas del pasado, que se traen a los espacios de diálogo provocados por la investigación. Según esta perspectiva, estos procesos no son antagonistas tan sólo del capitalismo sino de una “ecología-mundo” hija de la modernidad, donde se conjugan “acumulación de capital, consecución de poder y co-producción de la naturaleza” (Moore, 2020:18).

Esta comprobación fue resultado del contraste que se hizo por medio del acercamiento a la comprensión de las distintas miradas y voces al interior del sujeto campesino anfibio, indígena zenú, mestizo y afrosinuano, de mujeres y hombres de distintas generaciones, que reflejan una parte de las historias, acciones colectivas y preocupaciones de pescadores, agricultores, alfareros, liderazgos, entre otros actores, quienes presentan una gama de matices y mecanismos de resistencia y negociación con las estructuras, que en el plano geopolítico local y global también actúan sobre ellos.

La relación del campesinado anfibio con el entorno marca una diferencia importante, pues las comunidades asentadas en estos medios dominados por el agua han buscado dar continuidad en el tiempo a las prácticas tradicionales de adaptación a los ciclos climáticos (en el caso del Bajo Sinú, se trata de un clima tropical) mediante la diferenciación no sólo del trabajo conocido como temporal, que es común a las comunidades campesinas en general y que consiste en la siembra de los cultivos en las temporadas más propicias para su crecimiento sin intervención artificial o por mediación tecnológica alguna. En el caso del campesinado anfibio se trata de una adaptación completa de la vida familiar y comunitaria, a tal nivel, que existe, por ejemplo, en el Bajo Sinú la práctica tradicional de mover toda la casa a medida que las aguas van subiendo de nivel, sirviendo de tema principal de una festividad local.

Con prácticas históricas en transformación como las que se pueden encontrar entre las parcelaciones del Bajo Sinú, es posible evidenciar una consistencia teórica y práctica tal que podríamos hablar de una auténtica “ciencia popular” (Fals y Anisur, 1991) citado por (Valenzuela, 2021), que ofrece saberes en calidad de respuestas situadas para la sustentabilidad poblacional, social, económica y ambiental que estas posturas representan. Lo anterior es posible de aseverar por el solo hecho constatado ya por muchos sectores y ámbitos internacionales, es decir, por tratarse de un “hecho social total” (Ramonet, 2020), que a escala global se ha llegado a una “crisis civilizatoria”, en medio de la cual, además, la perspectiva histórica permite dejar claros los resultados fallidos de la aplicación de enfoques de desarrollo en el pasado, perspectiva que permite también pensar estas acciones, no como experiencias aisladas sino como producto de “la posmodernidad en crítica a la pretensión totalizante de la modernidad como respuesta al colonialismo” (Quijano, 1992).

Con lo anterior no se pretende aquí de una manera discursiva dar este estatus de una nueva “solución” a estas prácticas o vanalizarlas como una fórmula mágica para un mundo en crisis. Para identificar el aporte y el diálogo que se debe establecer con estas prácticas es necesario preguntarse por anticipado cuáles son las posibles tensiones y grietas, particularidades, que impiden pensarse estos actos de “enunciación” como recetas para la estandarización que puedan aplicar estructuras como los Estados nacionales, cuáles son sus alcances y hasta dónde es o no conveniente pensarlos como políticas públicas. Si bien no se podrá dar respuesta a ninguna de estas preguntas en este espacio, sí se puede dejar planteado que no se tiene una mirada ingenua y romantizada de estas experiencias.

Resulta necesario entonces plantear que todo este marco está relacionado con lo planteado por enfoques como el posdesarrollo, la perspectiva decolonial, el buen vivir, las lógicas comunales, por medio de las cuales se puede visualizar desde los sectores populares del sur global, en diálogo con sus correspondientes interlocutores en el norte global, esta idea de la continuidad y reafirmación de la viabilidad histórica de los caminos propios para la construcción de proyectos civilizatorios alternativos con potencial emancipador y utópico.

Todas estas reflexiones que aparecen una y otra vez entre las organizaciones del Bajo Sinú, deberían permitir a futuro hacer una valoración

tanto de la vía agrarista como de la vía ecologista, que no están contrapuestas en el fondo, y encontrar caminos para que procesos actuales a los cuales se le está apostando, como la Mesa regional de cambio climático que aglutina a diferentes organizaciones con miradas distintas, no naufraguen por las aparentes diferencias en los objetivos de lucha, lo cual beneficiaría sólo a los actores con intereses sobre el territorio ante la división política y de cuerpo de los subordinados en lucha en la provincia.

Los aprendizajes que surgen de la revisita que se viene haciendo a los acontecimientos del pasado en el Bajo Sinú, pasan por el reconocimiento social de lo dicho por la Corte Constitucional y Mp. Gaviria Díaz (1999) en la Sentencia T-194, con su orden de detener la titulación de predios dentro de los humedales. Pone en evidencia la vía “rápida” que tomó el Estado colombiano, al repetir la forma histórica de tenencia de la tierra en Colombia, la “Ley de los tres pasos”, que consiste en la colonización campesina, el despojo y el reinicio de un nuevo ciclo de colonización más allá de la frontera agrícola (LeGrand, 1988). El Bajo Sinú demuestra cómo se evaden las transformaciones estructurales que implican una reforma agraria de fondo (Kay, 2002; Vergara y Kay, 2017), prefiriendo generar la expectativa de titulación individual de tierras sobre los humedales entre el campesinado, pero cuya materialización sólo se garantiza a los más poderosos, mientras los reales sujetos de reforma agraria siguen al filo de la expectativa.

La dotación de tierras a la cual sólo pudo acceder de forma precaria una parte del campesinado, a media marcha, y sin respaldo institucional, sigue siendo sólo una tarea inconclusa de una reforma agraria integral, mientras otra parte del campesinado ha debido forzar el acceso a las tierras mediante las vías de hecho o “recuperación de tierras”, tal como ocurrió en algunas de las parcelaciones fundadas en el Bajo Sinú a partir de la década de 1970 (Fajardo, 2001). El Plan de Desarrollo 2022-2026 “Colombia, potencia mundial de la vida” incorporó instrumentos clave para llevar a cabo esta deuda pendiente con el campesinado colombiano como el reconocimiento de las territorialidades campesinas, en particular los ecosistemas acuáticos agroalimentarios.

Bibliografía

- Alarcón, O.R., Herrera, D., Villeras, E.R., Cuadrado, J.B., Méndez, L.A. (2019). *Proceso de formalización de predios baldíos: ciénaga grande de Bajo Sinú*, Montería.
- Albores, B. (2006). “Una travesía conceptual. Del Matlatzinco al Valle de Toluca”, *Anales de Antropología*, núm. 40, pp. 253-282.
- Alcaldía de Lorica (2020). Plan de desarrollo municipal “Compromiso con la gente” 2020-2023.
- Arocha, J. (1989). “Aniquilamiento en traje de tolerancia: el Plan Nacional de Rehabilitación en Colombia”, *América Indígena*, vol. XLIX, pp. 171-192.
- CEPAL, (2017). Configuración territorial de las provincias de Colombia: ruralidad y redes, CEPAL.
- Cinep/PPP (2017). Memorias vivas para la recuperación del territorio cordobés.
- Comunidad Punta de Yanes (2019). Reconocimiento Ciénaga de Oro sitio viejo Punta de Yanes en Charco Ají.
- Convención Nacional Campesina (2023). Capítulo campesino: Propuesta de la Convención Nacional Campesina al Plan Nacional de Desarrollo 2022-2023.
- Cooperativa de mujeres productoras de Cotocá Arriba (2019). Entrevista grupal informal.
- Córdoba, C.A. (2021). Sistema agroecológico tradicional, sistema hidráulico de agricultura anfibia zenú, FAO, Bogotá D. C.
- Corte Constitucional, Mp. Gaviria Díaz, C. (1999). T-194-99.
- CVS (2014). Informe sobre las amenazas de erosión fluvial e inundaciones en la cuenca del río Sinú, departamento de Córdoba.
- DANE (s.f.). División Político Administrativa de Colombia [WWW Document]. Disponible en <https://www.dane.gov.co/index.php/acerca-del-dane/72-espanol/clasificaciones/geografica/488-division-polistico-administrativa> (accedido 2.28.2023).
- De Sousa, B. (2001). “Los nuevos movimientos sociales”, *Debates*, pp. 177-184.
- Escobar, A. (2016). “Sentipensar con la Tierra: las luchas territoriales y la dimensión ontológica de las epistemologías del sur”, *AIRB*, núm. 11, pp. 11-32.

- Fajardo, D. (2001). “La tierra y el poder político: la reforma agraria y la reforma rural en Colombia”, Economía Campesinado Colombiano.
- Fals Borda, O. (2000). *Acción y espacio: autonomías en la nueva república*, Bogotá, Tercer Mundo.
- (1979). *Historia doble de la costa: Mompo y Loba. Historia doble de la Costa*, C. Valencia Editores.
- Fals Borda, O. y Anisur, M. (1991). *Acción y conocimiento: cómo romper el monopolio con investigación acción participativa*, CINEP, Bogotá.
- Giraldo, G. A. (2019). *La ganadería en el desarrollo regional: haciendas en el Bajo Sinú y su relación con el comercio* (trabajo de grado para optar al título de historiador), Universidad de Cartagena, Cartagena de Indias.
- Grupo de WhatsApp Movimiento social el agua contando historias (2021). Comunicaciones del Movimiento.
- Gudynas, E. y Acosta, A. (2011). “La renovación de la crítica al desarrollo y el buen vivir como alternativa”, *Utopía y Praxis Latinoamericana*, núm. 16, pp. 71-83.
- Herrera, D. (2022). Presentación Movimiento social el agua contando historias, en Mesa de apoyo a la Vía Campesina.
- Integrantes de ASPROCIG (2023). Grupo focal.
- Kay, C. (2002). “Why East Asia Overtook Latin America: Agrarian Reform, Industrialisation and Development”, *Third World Quarterly*, núm. 23, pp. 1073-1102.
- LeGrand, C. (1988). *Colonización y protesta campesina en Colombia: 1850-1950*, Centro Editorial, Universidad Nacional de Colombia.
- Long, N. E. (2007). *Sociología del desarrollo: una perspectiva centrada en el actor*, COLSAN.
- Manrique, C. Q. y Bernal, D. V. (2019). “Territorios de agua: infraestructura agrícola, reforma agraria y palma de aceite en el municipio de Marialabaja (Bolívar)”, *Revista Colombiana de Antropología*, núm. 55, pp. 59-89. Disponible en <https://doi.org/10.22380/2539472X.570>
- Martín, P.C.T.S. (2016). “El oro o la vida: la cultura anfibia como resistencia a la Locomotora Minera en Caucasia (Colombia)”, *Caderno Eletrônico de Ciências Sociais: Cadecs*, núm. 4, pp. 109-130.
- Marx, K. y Engels, F. (1976) 1867-1883. *El capital: crítica de la economía política*, Biblioteca del pensamiento socialista. Serie los clásicos. Siglo XXI.

- McRae, D. (2015). “El hombre hicotea y la ecología de los paisajes acuáticos en Resistencia en el San Jorge”, *Tabula Rasa*, núm. 23, Bogotá, pp. 79-103.
- Mejía, D., Soto, V. C. y Martínez, Z. (2019). “Spatio-temporal modeling of wetland ecosystems using Landsat time series: case of the Bajo Sinú Wetlands Complex (BSWC)– Córdoba– Colombia”, *Annals of GIS*, núm. 25, pp. 231-245.
- Ministerio de Agricultura (2022). *Agronet: estadísticas sector agricultura*.
- Moore, J. W. (2020). *El capitalismo en la trama de la vida. Ecología y acumulación del capital*, Madrid, Traficantes de Sueños.
- Navarro, M. L., Gutiérrez, R., Linsalatta, L. (2016). “Repensar lo político, pensar lo común. Claves para la discusión”, en Inclán, D., Linsalatta, L. y Millán, M. (coords.). *Modernidades alternativas*, México, UNAM, Ediciones del Lirio.
- Negrete, V. (2005). Qué intereses han manejado los recursos de la cuenca hidrográfica del río Sinú. Colombia agenda ciudadana del medio ambiente 1, pp. 44-47.
- Orduz, N. y Rodríguez, C. (2012). *Adiós río: la disputa por la tierra, el agua y los derechos indígenas en torno a la represa de Urrá*, Colección DeJusticia, Centro de Estudios de Derecho, Justicia y Sociedad, Bogotá.
- Organizaciones y actores clave del Bajo Sinú (2023). Sesión de validación de resultados de investigación con organizaciones del Bajo Sinú.
- Ortiz, C. E., Martínez, M. E. P., Wilches, L. A. M. (2006). *Los cambios institucionales y el conflicto ambiental: el caso de los valles del río Sinú y San Jorge*, Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana.
- Pescadores de Charco Ají (2018). Grupo focal.
- Pobladores de Purísima (2019). Grupo focal.
- Pobladores de San Sebastián de Lorica (2018). Grupo focal con pobladores de San Sebastián.
- Pobladores parcelación de San Pablo (2018). Grupo focal con pobladores de San Pablo.
- Pulido, H. A. (2010). Violencia y asimetrías étnicas. Multiculturalismo, debate antropológico y etnicidad de los afrocolombianos (1980-1990). *Antípoda*, julio-diciembre. Disponible en <https://doi.org/10.7440/antipoda11.2010.13>

- Quijano, A. (1992). “Colonialidad y modernidad/racionalidad”, *Perú Indígena*, núm. 13, pp. 11-20.
- Ramonet, I. (2020). “La pandemia y el sistema mundo”, *La Jornada*, pp. 95-124.
- Rojas, J. C. y Hoyos, L. F. (2019). Organizados en un escenario anfibio. Sistematización de experiencias de la Asociación de Pescadores, Campesinos, Indígenas y Afrodescendientes para el Desarrollo Comunitario de la Ciénaga Grande del Bajo Sinú -ASPROCIG- (Pregrado), Universidad de Antioquía, Medellín.
- Santos, M. (2000). *La naturaleza del espacio: técnica y tiempo, razón y emoción*, Barcelona, Ariel.
- Saquet, M. A. (2010). “A simultaneidade de territorialidades e territórios em espaços de agricultura familiar”, *Revista Formação*, núm. 1, pp. 96-106.
- Svampa, M. (2019). *Las fronteras del neoextractivismo en América Latina: conflictos socioambientales, giro ecoterritorial y nuevas dependencias*, UCR.
- T-881-02 Corte Constitucional de Colombia [WWW Document], 2002. Disponible en <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2002/T-881-02.htm> (accedido 10.14.2021).
- Valenzuela, J. (2021). La botánica del quehacer artesanal zenú: reflexiones sobre la agencia, la investigación y el desarrollo desde la Asociación de Artesanos Unidos del Contenido en el norte de Colombia, en: *Educación y culturas comunitarias: experiencias de reinención de la vida rural*, *Mundos rurales*, México, UAM.
- Vasilachis de Galdino, I. (2009). *Estrategias de investigación cualitativa*, Barcelona, Gedisa.
- Vásquez, O. del P., Botero, A. P., Correa, A. V., Ramos, D. M., Garzón, L. A., Sánchez, L. M., Ramírez, R., Prieto, O. E., Navarro, A., Jiménez, R., Babilonia, L. M., Alarcón, O. R., Herrera, D. A., Villeras, E. R., Cuadrado, J. B., Méndez, L. A., Ibáñez, M. J., Pinzón, S. M., Cuello, J., Villazón, E. P. (2019). *Caminos hacia la transformación: análisis de los abordajes de las comunidades y el Estado sobre 5 casos de conflictos por la tierra y el territorio*. Zenodo. Disponible en <https://doi.org/10.5281/zenodo.6380918>
- Vergara, L. y Kay, C. (2017). “The agrarian political economy of left-wing governments in Latin America: Agribusiness, peasants, and the

limits of neo-developmentalism”, *J Agrar Change*, vol. 17, núm. 2, pp. 415-437.

Whittemore, R., Chase, S. K. y Mandle, C. L. (2001). “Validity in Qualitative Research”, *Qual Health Res*, núm. 11, pp. 522-537. Disponible en <https://doi.org/10.1177/104973201129119299>

Zumaqué, A. J. y Guerrero, M. (2020). “El Distrito de Riego de La Doctrina (Lorica-Córdoba): ¿palma vs arroz? análisis de los conflictos ambientales y sociales en el territorio”, Cartagena de Indias. alma:57UTB_INST/bibs/collections/8116016890005731.

AGUA

LIBROS UAM DEL AGUA | VOLUMEN II

Los problemas que aquejan a la Ciudad de México en materia hidráulica no son nuevos. Desde la época del Porfiriato se vislumbraban inundaciones, falta de agua y hundimientos, dificultades que se han tratado de paliar y hoy se agravan por la falta de planeación, de mejoramiento de la infraestructura hidráulica y desabasto en ciertas zonas de la ciudad, lo cual es resultado de una gestión que trae consigo inequidad. En el resto del país esta situación no es distinta: cada vez hay más problemas de contaminación en cuerpos de agua; la modificación de la organización local afecta el establecimiento de la producción agrícola por el imperante desarrollo de nuevas formas que desencadenan no sólo alteraciones ambientales, sino también impactos en los recursos hídricos, vinculados a las formas de gestión y a los programas hidráulicos de corto plazo.

La Universidad Autónoma Metropolitana, interesada desde hace algunas décadas por los temas del agua, presenta en esta obra las investigaciones de estudiantes de maestría y doctorado, en un intercambio con las nuevas generaciones, que con su visión y talentos convergen en alternativas y aportaciones viables desde una perspectiva multidisciplinaria, para ofrecer soluciones sobre un tema complejo, con la finalidad de contribuir en la disminución de la inequidad en materia de abasto de agua.



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA