

DARCY TETREAULT & ELVIRA IVONNE MUÑOZ MORALES

HIDROEXTRACTIVISMO

en la región centro de Zacatecas,
la presa Milpillas y las alternativas



Hidroextractivismo
en la región centro de Zacatecas,
la presa Milpillas y las alternativas

Hidroextractivismo en la región centro de Zacatecas, la presa Milpillas y las alternativas

DARCY TETREAULT & ELVIRA IVONNE MUÑOZ MORALES



México, 2025

Esta investigación, arbitrada por pares académicos,
se privilegia con el aval de las instituciones que la editan.

Coordinación
Georgia Aralú González Pérez

Edición
Israel David Piña García
Jonatán Aarón Piña García
Selene Carrillo Carlos

*Hidroextractivismo
en la región centro de Zacatecas,
la presa Milpillas y las alternativas*
Primera edición, 2025

© Darcy Tetreault
© Elvira Ivonne Muñoz Morales

© Universidad Autónoma de Zacatecas
«Francisco García Salinas»

ISBN 978-607-555-277-4

Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra,
incluido el diseño tipográfico y de portada, por cualquier
medio electrónico o mecánico, sin la autorización
por escrito de los editores.

Impreso y hecho en México *Printed and made in Mexico*

Contenido

Introducción

9

CAPÍTULO I. Hacia un marco teórico para examinar los territorios hidroextractivos

17

CAPÍTULO II. La producción histórica del territorio hidrosocial zacatecano

29

CAPÍTULO III. Acaparamiento de agua e hidroextractivismo en la región centro de Zacatecas

43

CAPÍTULO IV. Huella hídrica y flujos de agua virtual en la agricultura de riego

71

CAPÍTULO V. La no factibilidad de la presa Milpillas, insistencia y resistencia

95

CAPÍTULO VI. Las alternativas del camino suave del agua

115

Conclusiones

147

Referencias

153

Acerca de los autores

173

Introducción

Durante su visita de campaña a Zacatecas el 4 de abril de 2024, la candidata presidencial Claudia Sheinbaum declaró que «hay un pendiente que está dejando el presidente Andrés Manuel López Obrador y lo vamos a cumplir nosotros, que es la presa Milpillas». Con una referencia indirecta al movimiento de resistencia contra dicha presa, reconoció que «había una serie de problemas sociales», asegurando a su audiencia que «son resolubles (...) y hay suficientes recursos para poder hacer la presa y eso va a permitir que haya más agua para el campo y también agua para el consumo humano». Este mensaje resonó fuertemente con la clase política local y con amplios sectores de la población urbana, harta de la escasez de agua y del suministro intermitente del servicio municipal.

Por quinto año consecutivo, el estado de Zacatecas, en el centro-norte de México, experimentó en 2025 una sequía severa, como parte de una tendencia regional más amplia, especialmente en las zonas áridas del norte y centro del país.¹ Sequías como esta, que probablemente se volverán más frecuentes y severas a medida que se sigan

¹ La severidad de la sequía se puede consultar mensualmente en el siguiente sitio de Internet: <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>. Cabe señalar que las lluvias abundantes que llegaron en julio y agosto de 2025 ayudaron a aliviar temporalmente la sequía.

acumulando gases de efecto invernadero en la atmósfera,² han exacerbado condiciones preexistentes de crisis hídrica en la región centro de Zacatecas. Estas incluyen la sobreexplotación de acuíferos, que resulta en el descenso acelerado de los niveles piezométricos; la contaminación de las aguas superficiales y subterráneas; y la distribución desigual del líquido vital (Tetreault, 2019). En términos generales, la mayor parte del agua extraída de los acuíferos locales —y la de mejor calidad— se canaliza hacia el sector privado, tanto industrial como agrícola, mientras que los centros urbanos se abastecen mayormente con agua contaminada con altas concentraciones de flúor, arsénico y otros metales pesados (Tetreault y McCulligh, 2018; Tetreault, 2019).

Hasta hace relativamente poco, esta crisis no había derivado en un conflicto socioambiental abierto, salvo por protestas esporádicas y de corta duración en la capital del estado y en la ciudad conurbada de Guadalupe, organizadas principalmente por mujeres de colonias marginadas que no recibían agua del sistema municipal durante semanas consecutivas. Sin embargo, poco después del anuncio del proyecto de la presa Milpillas en el otoño de 2015, surgió una resistencia organizada en las comunidades campesinas amenazadas por los impactos del embalse y la reducción del caudal de agua (Rodríguez Navarro, 2024). La presa Milpillas está diseñada para trasladar agua desde el municipio de Jiménez del Teul, ubicado al noroeste de la entidad y caracterizado por ser uno de los más pobres

² La concentración de dióxido de carbono en la atmósfera alcanzó las 430 partes por millón en el momento de redactar este texto, lo cual está muy por encima del nivel «seguro» de 350 ppm propuesto por James Hansen en 2007.

del estado, hacia la región centro de Zacatecas, relativamente próspera, entre Fresnillo y la Zona Conurbada de Zacatecas y Guadalupe (ZCZG), donde se concentra la población y las actividades industriales del estado, entre ellas, la fábrica de cerveza más grande del mundo, propiedad de la compañía transnacional Anheuser-Busch Inbev (ABI).

¿Cuáles son las condiciones histórico-estructurales y las dinámicas político-económicas que han incidido en la conformación de la crisis hídrica y de los conflictos en torno al agua en la región centro de Zacatecas? ¿Es la presa Milpillas una solución viable a dicha crisis? ¿Cuáles son las alternativas? Este libro aborda estas preguntas con el propósito de contribuir a los debates actuales sobre las formas de gobernanza del agua en Zacatecas y más allá. Se apoya en trabajos previos que explican la crisis local en términos de «acaparamiento de agua mediante corrupción institucionalizada» (Tetreault y McCulligh, 2018), así como en estudios sobre las «redes hidrosociales» en Zacatecas que configuran el espacio rural (Rodríguez y López, 2022). Sobre todo, se sustenta en más de 15 años de investigación sobre el tema, que incluye la revisión de textos relevantes, documentos y datos oficiales; recorridos de campo; entrevistas con agricultores, empresarios, funcionarios públicos, académicos y luchadores sociales; observaciones participativas; aplicación de encuestas; así como innumerables conversaciones con las personas que habitan, junto con nosotros, la región centro de Zacatecas y otras partes de la misma entidad federativa.

El primer capítulo pone en diálogo las discusiones sobre los territorios hidrosociales, como enfoque epistemológico dentro de la ecología política, y los debates sobre

el extractivismo en América Latina, particularmente en relación con los conceptos de acaparamiento de agua e hidroextractivismo. Siguiendo a Andreucci y sus coautores (2020), asociamos el primero con el momento analítico del despojo y el segundo con un proceso continuo de extracción de renta. Como argumentan Tetreault y McCulligh (2018), el acaparamiento de agua en Zacatecas y en otras partes de México es facilitado por diversas formas de corrupción institucionalizada, al igual que el hidroextractivismo, como buscamos demostrar en este trabajo con nuevas evidencias empíricas.

El segundo capítulo revisa brevemente la producción histórica del espacio hidrosocial en la región centro de Zacatecas, con un enfoque en el sector agrícola, que actualmente consume aproximadamente 88% del agua extraída de los acuíferos de la región. En este análisis observamos cómo, durante el periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial, las agencias estatales interesadas en impulsar y diversificar la producción agrícola facilitaron la multiplicación de pozos de riego, lo que provocó el descenso de los niveles freáticos ya en los años sesenta; y cómo esta situación se agravó con la transición hacia la gobernanza neoliberal, marcada por la promulgación de la Ley de Aguas Nacionales en 1992, la cual estableció las bases para una mayor participación del sector privado en la construcción y operación de infraestructura hidráulica, así como para el funcionamiento de un mercado negro en la compraventa de concesiones de agua (Reis, 2014).

El tercer capítulo describe la situación actual. Incluye un análisis de las tasas estimadas de extracción de agua de los cinco acuíferos cuyo perímetro utilizamos para definir

la región centro de Zacatecas —Aguanaval, Calera, Chupaderos, Benito Juárez y Guadalupe-Bañuelos—, así como de la distribución sectorial del consumo de esta agua y del nivel de concentración de las concesiones. Resume la información existente sobre la calidad del agua, indicando cómo el agua con concentraciones de flúor y arsénico muy por encima de los niveles permitidos para el consumo humano se utiliza para abastecer a la población urbana, mientras que el agua de mejor calidad se destina al sector privado. Además, esta sección mapea la región centro de Zacatecas desde una perspectiva de territorio hidrosocial, describiendo las dinámicas de corrupción institucionalizada en la gestión de los recursos hídricos locales y señalando los actores sociales involucrados.

El cuarto capítulo rastrea los flujos de agua subterránea incorporados en los principales cultivos producidos con riego en esta región, incluyendo ajo, maíz, frijol, tomate, chile verde, avena forrajera y alfalfa. La información básica sobre la producción de estos cultivos se obtuvo del Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (Siacon), el Registro Público de Derechos de Agua (Repda) y una revisión de documentos oficiales y publicaciones académicas relevantes. Además, como parte de nuestra investigación en curso sobre el agua en Zacatecas desde 2010, hemos asistido a numerosos eventos públicos relevantes, grabamos entrevistas con múltiples funcionarios públicos, productores agrícolas y distribuidores que operan en la región centro del estado, y hemos sostenido innumerables conversaciones informales con otros. Nuestros hallazgos indican que la mayor parte del agua virtual incorporada en los cultivos fluye hacia otros estados del país, incluyendo

forrajes utilizados para alimentar la actividad agroindustrial en Los Altos de Jalisco. Por otra parte, encontramos que hay productos agrícolas de Zacatecas que se transportan a otros estados de la república, desde donde se exportan al extranjero, principalmente a Estados Unidos, a través de intermediarios y bajo distintas marcas. Esto sugiere que el valor del agua virtual contenida en estos cultivos es frecuentemente acaparado, no por los agricultores locales con concesiones para extraer agua subterránea, sino por grandes corporaciones que dominan las cadenas agroalimentarias a nivel regional y global.

El quinto capítulo ofrece un análisis crítico del proyecto de la presa Milpillas. Demuestra cómo esta presa está diseñada para dejar en manos privadas las aguas subterráneas en la región centro del estado y mercantilizar aún más el agua destinada al consumo humano, sin abordar los problemas subyacentes de sobreexplotación de acuíferos, contaminación y distribución desigual. Con base en información oficial y en estudios críticos previos, señalamos por qué el proyecto carece de factibilidad técnica para resolver la crisis hídrica en la región y evidenciamos que su diseño privaría a las comunidades rurales ubicadas aguas abajo de la presa del agua necesaria tanto para el riego de cultivos como para cubrir sus necesidades humanas básicas. Asimismo, revisamos las tácticas autoritarias empleadas para intentar imponer el proyecto a las comunidades afectadas y la manera en que sus habitantes se han organizado para resistirlo.

En el capítulo seis, procedemos a plantear alternativas vinculadas con el «camino suave del agua», esbozado por Tetreault y McCulligh (2012) hace más de una década,

ampliándolas con un enfoque particular en el sector agrícola, dada su importancia en el consumo de agua subterránea. Nuestra propuesta se basa, no solo en nuestras investigaciones de campo, sino también en una revisión amplia de la literatura sobre la gobernanza de recursos hídricos subterráneos, los conflictos socioambientales en torno al agua y la justicia hídrica. Se compone de una estrategia multifacética que incluye: el ordenamiento del sistema de concesiones, la reconversión productiva en el sector agrícola hacia cultivos menos demandantes de agua; la aplicación de los principios de agroecología; la recarga de acuíferos y la restauración de ecosistemas agrícolas; el monitoreo real y riguroso de los usuarios de agua subterránea mediante el uso obligatorio de medidores y cobros escalonados según los volúmenes extraídos; el tratamiento y reúso de aguas residuales; la reparación de los sistemas de distribución de agua potable; la priorización del agua subterránea de mejor calidad (ubicada en el acuífero Calera) para cubrir las necesidades humanas básicas; y, sobre todo, la participación ciudadana en la gestión del líquido vital.

El último capítulo de este libro resume brevemente nuestros hallazgos y sus implicaciones político-ecológicas. Sostiene que las evidencias empíricas presentadas a lo largo del texto sobre la extracción, distribución y consumo del agua en la región centro de Zacatecas ilustran manifestaciones de acaparamiento e hidroextractivismo, con raíces en el pasado y en las dinámicas actuales de desarrollo y gobernanza. Recapitula sucintamente las razones por las cuales la presa Milpillas es incapaz de resolver las múltiples dimensiones de la crisis hídrica a nivel regional, y por qué representa nuevas formas de hidroextractivismo que

no solo prometen despojar a la población directamente afectada en el municipio de Jiménez del Teul de sus bienes comunes, sino también profundizar la mercantilización del líquido vital necesario para satisfacer las necesidades básicas de quienes habitan entre Fresnillo y la Zona Conurbada Zacatecas y Guadalupe. Finalmente, se sintetizan las alternativas existentes para reducir la demanda de agua en la región centro del estado, utilizarla de manera más eficiente y equitativa, diversificar las fuentes de abastecimiento y fomentar la participación ciudadana.

Hacia un marco teórico para examinar los territorios hidroextractivos

Boelens *et al.* ofrecen una definición frecuentemente citada de los territorios hidrosociales como

el imaginario disputado y la materialización socioambiental de una red multiescalar espacialmente delimitada, en la que los seres humanos, los flujos de agua, las relaciones ecológicas, la infraestructura hidráulica, los medios financieros, los arreglos jurídico-administrativos y las instituciones y prácticas culturales son definidos, alineados y movilizados interactivamente a través de sistemas epistemológicos de creencias, jerarquías políticas y discursos naturalizantes (2016:2).

En contraste con los discursos dominantes que tienden a naturalizar la escasez de agua y a ofrecer soluciones técnicas políticamente neutrales en términos de infraestructura hidráulica y buena gobernanza, los defensores del enfoque territorial hidrosocial abogan por la repolitización de la investigación para revelar las relaciones de poder que determinan el acceso a los recursos hídricos y

orientan los flujos de agua (Boelens *et al.*, 2016; Hommes *et al.*, 2020; McCulligh, Arellano-García y Casas-Beltrán, 2020).

Swyngedouw y Boelens proponen conceptualizar los territorios hidrosociales como «naturaleza socializada» o «socionaturaleza» (2018:116). Como sugieren estos neologismos, su enfoque forma parte de una corriente de teorización ecológico-política que busca superar el pensamiento binario cartesiano sobre las relaciones naturaleza-sociedad. En lugar de ver a la sociedad actuando sobre la naturaleza o viceversa, Moore conceptualiza los «flujos de poder y capital en la naturaleza» y los «flujos de la naturaleza en el capital y el poder» (2020:31). En esta línea, la perspectiva de los territorios hidrosociales se nutre de la teoría de la producción del espacio de Henri Lefebvre y de la extensión de esta teoría por Neil Smith hacia «la producción de la naturaleza», particularmente en el análisis de las luchas de poder en los ámbitos de la representación simbólica y discursiva.³

Lefebvre (2013) insistía en que «la producción de la naturaleza (espacio) trasciende las meras condiciones y procesos materiales, y se relaciona con la producción de discursos sobre la naturaleza» (citado en Swyngedouw, 2004:20). En esta sintonía, Smith reconoce que investigar la producción física del espacio «implica también la creación del sentido, los conceptos y la conciencia del espacio,

³ Es bien sabido que Lefebvre (2013) buscó desarrollar una teoría unitaria del espacio que articula la práctica social (el espacio percibido), las representaciones del espacio (el espacio concebido) y los espacios de representación (el espacio vivido). En su perspectiva, el espacio no es una cosa ni un contenedor vacío, sino un conjunto de relaciones mutuamente transformadoras entre la naturaleza física, la interacción social y las abstracciones mentales.

que son, a su vez, inseparables de la producción física» (2020:115). Así, las teorías de la producción del espacio y la naturaleza que sustentan los territorios hidrosociales como enfoque epistemológico corresponden a una *tercera forma de ecología política* «que toma en cuenta no solo cuestiones histórico-materiales y distributivas, sino también la dimensión simbólica-discursiva de los conflictos sociales» (Tetreault, 2017:29).

Swyngedouw y Boelens conceptualizan los territorios hidrosociales como «redes sionaturales construidas por sujetos, espacialmente delimitadas, producidas por actores que colaboran y compiten al definir, componer y ordenar este espacio en red» (2018:116-117). Al mismo tiempo, reconocen que las configuraciones territoriales «están incrustadas dentro de otros territorios que operan a escalas más amplias, superpuestas, contrapuestas y/o jerárquicamente organizadas» (Swyngedouw y Boelens, 2018:117). Esta incrustación de redes en múltiples escalas de acumulación de capital es ilustrada por Rodríguez Sánchez y López Torres (2022) en su análisis de cómo Grupo Modelo (ahora propiedad de ABI) construyó una red de colaboradores en Zacatecas con una serie de agencias gubernamentales estatales y federales.

Así, Grupo Modelo no solo ha mantenido el acceso a grandes volúmenes de agua subterránea de alta calidad, sino que también ha obtenido una amplia aceptación social con la ayuda de funcionarios estatales. Además, la red de colaboradores de esta gran empresa transnacional le ha permitido convertirse en el principal beneficiario de programas estatales que canalizan subsidios a reconvertir tierras agrícolas para la producción de cebada maltera,

generando así nuevos espacios hidrosociales mediante contratos que colocan el proceso productivo agrícola bajo control corporativo, dejando a los agricultores encargados de seguir las instrucciones del personal técnico y asumir todos los riesgos asociados con la agricultura a pequeña y mediana escala (Muñoz y Tetreault, 2020).

La extracción de grandes cantidades de agua subterránea para la producción de bebidas con valor de cambio es solo una forma de hidroextractivismo, una que ha sido destacada por Navarro (2015). La noción de hidroextractivismo ha recibido hasta ahora relativamente poca atención en la literatura académica. Sin embargo, antes de profundizar en ella para los fines de nuestra investigación, vale la pena revisar el concepto base más amplio de extractivismo, que en América Latina ha sido objeto de mucho debate desde la segunda década del nuevo milenio.

Parafraseando la definición frecuentemente citada de Gudynas (2010), el extractivismo implica la remoción de grandes cantidades de materiales para su exportación, con poco o ningún procesamiento. No es un fenómeno nuevo, sino que tiene raíces en la conquista y colonización de América Latina (Acosta, 2012). Algunos autores (por ejemplo, Gudynas, 2010; Veltmeyer y Petras, 2015) distinguen entre el extractivismo «clásico», asociado al imperialismo y la gobernanza neoliberal, y el «neoextractivismo» o «nuevo extractivismo», practicado por gobiernos progresistas de la «marea rosa» en América del Sur desde la primera década de los 2000. Independientemente de la orientación ideológica de cómo los Estados recaudan y gestionan las rentas de los recursos, los gobiernos de toda la región han mostrado lo que Svampa denomina el «consenso de los

commodities» (2013), con respecto a la deseabilidad de acelerar los ritmos de extracción de materias primas como medio para estimular el crecimiento económico y financiar el desarrollo de infraestructura y las políticas sociales.

El extractivismo, en este sentido, no se refiere únicamente a la extracción y exportación de recursos no renovables como minerales e hidrocarburos, sino también a formas de producción agrícola destructivas en términos sociales y ecológicos (McKay, Alonso-Fradejas y Ezquerro-Cañete, 2022). Por otra parte, algunos investigadores han advertido sobre la sobreextensión de la utilidad explicativa del concepto. Pineda Ramírez (2023), por ejemplo, observa que la lógica de acumulación de capital no se limita a utilizar la naturaleza como fuente de materias primas; más bien, produce nuevos entornos, conforme a la idea de Smith sobre la producción de la naturaleza. Esto es particularmente cierto en el sector agrícola, donde se producen espacios para extraer continuamente biomasa con valor de cambio.

A partir de estos debates, Torres y sus colaboradores (2022) exploran el concepto de «extractivismo del agua» en su estudio de plantaciones forestales en tierras Mapuche en el sur de Chile. Al centrarse en los impactos de la silvicultura de monocultivo sobre la disponibilidad de agua para las comunidades indígenas locales, vinculan este concepto con las luchas decoloniales por la tierra, el agua y la sostenibilidad cultural. Así, definen el extractivismo hídrico como

un modo de apropiación de la naturaleza con raíces históricas, espaciales, políticas y socioambientales; incluye procesos

mediante los cuales el agua es extraída de los territorios de vida a gran escala o con alta intensidad y es luego exportada principalmente hacia el Norte Global en forma de distintos tipos de mercancías, sin —o con mínimo— procesamiento (Torres *et al.*, 2022:153).

Mientras apreciamos la importancia que esta definición otorga a las raíces históricas de los procesos interrelacionados de despojo y extractivismo, cuestionamos la afirmación de los autores de que «el examen del extractivismo hídrico también implica una consideración de las luchas decoloniales» (Torres *et al.*, 2022:169), ya que esto parecería excluir las investigaciones sobre actividades extractivas en territorios donde estas luchas no son prominentes, como en la región centro de Zacatecas. Además, no todas las personas participando en estos debates están de acuerdo en que la orientación exportadora deba ser una característica definitoria del extractivismo (agrícola o hídrico), ya que el procesamiento industrial nacional de materias primas (que contienen agua virtual) no compensa necesariamente los impactos sociales y ambientales en las etapas extractivas. De hecho, pueden agravarlos, como en el caso de la producción industrializada de agave y tequila, debido a su alto nivel de contaminación (Tetreault, McCulligh y Lucio, 2021).

Kauffer (2018; 2021) ha contribuido al desarrollo del concepto de hidroextractivismo al esbozar una tipología de sus manifestaciones, que incluye la construcción y operación de infraestructura hidráulica que retiene, desvía y transfiere el agua; las actividades mineras y petroleras que extraen y contaminan grandes cantidades de agua, el

uso no sustentable del agua en la agricultura, las presas hidroeléctricas y las actividades que extraen recursos del medio acuático. Los primeros cuatro tipos pueden observarse en la región centro de Zacatecas, como veremos más adelante. Los dos últimos no implican extraer grandes volúmenes de agua, sino usar el agua como medio para extraer otros recursos; a saber, electricidad, minerales y vida marina. Esto no representa un problema conceptual para Kauffer, ya que rechaza el criterio de Gudynas sobre la remoción de grandes cantidades de material. Sin embargo, desde nuestra perspectiva, es importante conservar este aspecto central del concepto de (hidro)extractivismo, ya que considerar los volúmenes extraordinarios de materiales y agua que actualmente se extraen de la superficie terrestre ayuda a comprender las dinámicas político-ecológicas de la Gran Aceleración en las actividades extractivas y contaminantes, así como su impacto sobre los sistemas terrestres (Steffen *et al.*, 2015; Görg *et al.*, 2020; Tetreault, 2025).

En este artículo buscamos contribuir al desarrollo del concepto de hidroextractivismo manteniendo el enfoque en los impactos socioambientales de la extracción y/o contaminación de grandes volúmenes de agua con fines de acumulación de capital. En este sentido, sugerimos que la extracción de agua en grandes volúmenes corresponde a un proceso continuo de lo que Andreucci *et al.* (2017) denominan «apropiación de valor» (*value grabbing*), basado en —pero distinto del— momento en que el capital asegura el acceso a recursos naturales y servicios ambientales. La apropiación de valor se refiere a la captura de rentas de recursos, que pueden derivarse de la monopolización de

una fuerza natural para la producción de mercancías. «La posesión de esta fuerza natural constituye un monopolio en manos de su poseedor, una condición de elevada fuerza productiva del capital invertido», explica Marx en el tercer volumen de *El Capital* (Marx, 2009:829-830).

Andreucci *et al.* (2017) distinguen entre dos «momentos» interrelacionados pero analíticamente distintos en el establecimiento y perpetuación de relaciones de renta. El primero es la creación de derechos de propiedad privada sobre activos que previamente se encontraban en dominios comunales o públicos. Este momento está vinculado a procesos de «acumulación por desposesión» (Harvey, 2003). Desde este marco, la adquisición de derechos de agua por parte del capital equivale a lo que se ha denominado «acaparamiento del agua» (*water grabbing*) (Mehta, Veldwisch y Franco 2012; Tetreault y McCulligh, 2018); es decir, cuando «los recursos hídricos son apropiados por el capital para expandir la acumulación en detrimento de las comunidades locales» (Bieler y Moore, 2023:2). Cabe señalar que la apropiación del agua y otros procesos de acumulación por desposesión no implican necesariamente el uso de formas directas de violencia (Frederiksen y Himley, 2019), aunque sí pueden poner en marcha formas «lentas» de violencia ambiental que afectan negativamente la salud y el bienestar de las poblaciones locales a lo largo del tiempo (Nixon, 2011). En nuestro estudio de caso, la violencia lenta se manifiesta en el uso de agua tóxica para abastecer la población urbana en la región centro de Zacatecas.

El segundo momento analítico surge del primero y se centra en «la lucha por la apropiación y distribución del valor excedente generado por la propia relación de

renta» (Andreucci *et al.*, 2017:30). Este es el momento de la «apropiación de valor» que, de acuerdo con Andreucci *et al.* (2017), constituye una relación social de acumulación de capital que impulsa la expansión de la frontera extractiva y acelera las tasas de extracción de agua para la producción de mercancías. Cuando estas tasas de extracción se vuelven ecológica y socialmente insostenibles, al punto de causar *rupturas metabólicas* (Foster, 1999) o *perturbaciones metabólicas forzadas* (Pineda, 2023) en la trama de la vida (Moore, 2020), entonces podemos hablar de hidroextractivismo.⁴

La ventaja de entender el hidroextractivismo como consecuencia de un proceso continuo de apropiación de valor es que permite visibilizar las fuerzas político-económicas detrás de la creciente demanda de agua en la agricultura, la industria y la minería. En este sentido, Luna-Nemecio, en su análisis crítico del desarrollo de infraestructura energética en el estado de Morelos, ha contribuido a anclar el concepto de hidroextractivismo a «las necesidades productivas de los capitales que ven en el agua un valor de uso nodal para los procesos gran-industriales de producción de mercancías y prestación de servicios» (2023:6-7).

Con esta orientación conceptual y teórica, analizamos los arreglos institucionales, las agencias, la infraestructura hidráulica, los discursos y las luchas sociales que han configurado el territorio hidrosocial existente en la región

⁴ Tetreault y McCulligh (2018) hacen referencia a la distinción planteada por Andreucci *et al.* (2017) entre dos momentos analíticos: el despojo y la captura de valor. Asocian el primero con el «acaparamiento de agua» (*water grabbing*), sin explorar el segundo momento en relación con el concepto de hidroextractivismo, como lo hacemos aquí.

centro del estado de Zacatecas, caracterizado por múltiples formas de hidroextractivismo, incluso en el sector agrícola, que es el mayor consumidor del agua que se extrae del subsuelo. En efecto, es en el sector agrícola donde se combinan el hidroextractivismo y el agroextractivismo, en la producción de biomasa que contiene agua virtual proveniente de acuíferos sobreexplotados. Nuestra investigación busca identificar las condiciones político-económicas y los mecanismos de apropiación del agua y de la renta que han dado lugar a la crisis actual.

Para este propósito, el concepto de corrupción institucionalizada es central. Fue introducido por Cindy McCulligh (2017) en su investigación doctoral sobre la contaminación industrial del río Santiago, en el estado de Jalisco. En ese contexto, McCulligh desarrolló el concepto para referirse, no tanto a actos individuales de corrupción por parte de las autoridades del agua, sino a «la formulación e implementación de un marco regulatorio (...) que permite y normaliza la degradación ambiental» (2017:33). De manera más general, la corrupción institucionalizada se refiere a las diversas formas en que el Estado capitalista prioriza la actividad económica con fines de lucro privado por encima de la protección ambiental y el bien común. En esta línea, Tetreault y McCulligh han identificado las siguientes formas de corrupción institucionalizada en el manejo del agua en Zacatecas:

El otorgamiento de concesiones adicionales para la extracción de agua en zonas donde está prohibido, la tolerancia a transferencias parciales de concesiones que encubren tasas de extracción más altas en la práctica, bajos niveles de

aplicación de los reglamentos sobre la medición, y modificaciones en papel de la disponibilidad de agua para eludir las prohibiciones de perforación (2018:578).

Con un enfoque en el sector agrícola, nuestra investigación profundiza en estas formas de corrupción institucionalizada, a través de la revisión de textos relevantes, entrevistas con autoridades locales del agua y agricultores, y mediante el análisis de información oficial sobre concesiones de agua en la región centro del estado.

En fin, el marco teórico planteado en este primer capítulo —centrado en los conceptos de acaparamiento, hidroextractivismo, territorios hidrosociales y corrupción institucionalizada— busca orientar el análisis desarrollado en los capítulos siguientes. El capítulo 2 permitirá reconstruir históricamente los procesos de gestión y explotación del agua, mostrando cómo las políticas hidráulicas han respondido a lógicas de acumulación y control territorial. El capítulo 3 iluminará las dinámicas contemporáneas de sobreexplotación, deterioro de la calidad del agua y desigualdad en el acceso, entendidas no solo como fenómenos técnicos, sino como expresiones de relaciones de poder y de un régimen de gobernanza capturado por intereses privados. En el capítulo 4, el enfoque de la huella hídrica y el agua virtual se interpretará a la luz del hidroextractivismo, evidenciando cómo los flujos de agua incorporados en la agricultura de riego reproducen patrones de despojo y subordinación al mercado global.

En el capítulo 5, a su vez, la presa Milpillas se examinará como un megaproyecto paradigmático del hidroextractivismo y del «camino duro del agua», que reproduce

los mecanismos de despojo y mercantilización ya identificados. Finalmente, el capítulo 6 despliega el marco de la justicia hídrica para formular alternativas basadas en el «camino suave del agua», articulando propuestas de ordenamiento, reconversión productiva, recarga de acuíferos, eficiencia, priorización del consumo humano y participación comunitaria. De esta manera, el resto de este libro se ancla en el andamiaje teórico conceptual planteado en este capítulo, mostrando cómo las categorías críticas de análisis permiten vincular procesos históricos, diagnósticos actuales y horizontes de transformación.

La producción histórica del territorio hidrosocial zacatecano

La región centro del estado de Zacatecas ha sido explotada como una zona de extracción para la acumulación de capital desde el descubrimiento de abundantes yacimientos de plata en 1546, en el sitio donde hoy se encuentra la capital del estado. Desde entonces, la extracción de plata y otros minerales en la región ha sido constante, con altibajos impulsados por las tendencias del mercado mundial, los desarrollos tecnológicos y las condiciones político-económicas a nivel nacional y global. Desde el inicio, las actividades mineras contaminaron las escasas fuentes de agua (Alfaro, 2012). A lo largo de los siglos, esto ha llevado a la contaminación del Valle de Guadalupe —ubicado al sureste de la capital— con depósitos aluviales que contienen altas concentraciones de metales pesados (Zetina, 2012).

Durante el periodo colonial, el ciclo hidrológico regional fue profundamente alterado por la deforestación extensiva, que afectó a una superficie de 67 mil 854 kilómetros cuadrados, debido a la tala para obtener combustible para la fundición de minerales, madera para los socavones mineros y materiales para la construcción, así como para

satisfacer las necesidades domésticas de la población local (Studnicki-Gizbert y Schecter, 2010:99). Se establecieron haciendas en Zacatecas para producir bienes agrícolas, en su mayoría para el consumo local, explotando trabajo forzado y grandes extensiones de tierra semiárida. La producción agrícola local dependía del agua de lluvia, que se recolectaba en «presas, socavones, céspedes, acequias y lagunas de almacenamiento», cuya construcción dio lugar a numerosas disputas legales entre hacendados desde finales del siglo XVIII hasta principios del XIX (Hurtado, 2005:84, citado por Tetreault, 2019:250).

Después de la Independencia, y especialmente a finales del siglo XIX, las grandes haciendas consolidaron su control sobre el territorio rural en Zacatecas, como en otras partes del país. Durante este periodo se construyeron más presas y canales de riego a escala pequeña, además de algunos pozos para extraer agua subterránea con energía eólica (Márquez, 1990). El Código Civil de 1884 otorgó a los propietarios el derecho de extraer agua subterránea de sus propiedades. Justo antes del inicio de la Revolución Mexicana en 1910, la estructura agraria de Zacatecas estaba dominada por 159 grandes haciendas que explotaban aproximadamente a 95 mil campesinos sin tierra (Secretaría de Economía, 1956).

«Tierra y libertad» fue el grito de lucha de los campesinos que participaron en la Revolución mexicana. En 1917, cuando el país quedaba bajo el control de las fuerzas militares reformistas de Venustiano Carranza, esta demanda fue consagrada en el artículo 27 de la Constitución, creando así mecanismos para desmantelar las haciendas y redistribuir la tierra a los campesinos en forma de ejidos.

En Zacatecas, este proceso se desarrolló «con algunas particularidades regionales que ayudan a explicar por qué en la actualidad el agua de mejor calidad en la región alrededor de la capital del estado es mayormente consumida por grandes y medianos productores agrícolas privados» (Tetreault, 2019:253). Estas peculiaridades se originan en la implementación de un proceso denominado *fraccionamiento*, que permitió a los propietarios de haciendas dividir voluntariamente sus tierras en parcelas y venderlas, incluso a miembros de sus propias familias, eludiendo así la apropiación por parte del gobierno federal. Debido a esto, hasta el día de hoy existen relativamente pocos ejidos en la región centro de Zacatecas, particularmente en los municipios de Calera, General Enrique Estrada y Morelos, donde agricultores privados e industriales tienen acceso al agua subterránea de mejor calidad de la región, proveniente del acuífero de Calera (Tetreault, 2019).

La construcción de presas fue la principal estrategia para expandir la agricultura de riego en México durante la primera mitad del siglo XX (McCulligh y Tetreault, 2017). La creación de distritos de riego a gran escala fue un componente central de la política agraria del presidente Plutarco Elías Calles (1924-1928), quien vio la solución a la cuestión agraria en el «desmantelamiento de las haciendas mediante la construcción de sistemas de riego y colonizándolos con un grupo próspero de agricultores de clase media» (Wester, Rap y Vargas-Velázquez, 2009:399). De acuerdo con esta visión, creó la Comisión Nacional de Irrigación (CNI) en 1926, con inversiones inicialmente concentradas en propiedades privadas, principalmente en el norte del país. Un cambio significativo en esta política

ocurrió durante la presidencia de Lázaro Cárdenas (1934-1940), cuyas reformas agrarias llevaron a la redistribución de algunas de las tierras irrigadas y más fértiles del país; de modo que, al final de su mandato, los ejidos controlaban aproximadamente la mitad del territorio irrigado nacional.

Aunque la redistribución de tierras se desaceleró considerablemente después del mandato de Cárdenas, el gobierno federal continuó invirtiendo enormes recursos públicos en la construcción de presas, con un enfoque en los estados de Sinaloa, Sonora y Tamaulipas (Warman, 2001). Zacatecas solo recibió 0.48% del presupuesto nacional para proyectos de irrigación entre 1941 y 1970, según Ruiz Garduño y Cid Rodríguez (1999).

Es importante señalar que fue en este periodo cuando se lanzó en México la Revolución Verde, a través de una alianza establecida en 1943 entre la Fundación Rockefeller y el gobierno federal, con el objetivo de aumentar el rendimiento de cultivos básicos como el trigo y el maíz, mediante la investigación científica, semillas híbridas, fertilizantes químicos y técnicas agrícolas modernas (Hewitt, 1980). Ampliar el área de tierras agrícolas irrigadas fue un componente clave de esta estrategia. Para ello, se creó en 1946 la Secretaría de Recursos Hídricos (SRH). Desde su creación hasta 1970, su presupuesto absorbió 82% de los fondos públicos destinados al desarrollo agrícola (Warman, 2001).

En este contexto, se construyó en Zacatecas la presa Leobardo Reynoso a finales de los años 1940, a tan solo 35 kilómetros al oeste de Fresnillo, relativamente cerca de lo que más tarde se convertiría en un corredor industrial entre Fresnillo y la Zona Conurbada de Zacatecas y Guadalupe (ZCZG). Con una capacidad de almacenamiento

de 120 millones de metros cúbicos (Mm^3), es la segunda presa más grande del estado de Zacatecas —después de El Chique, ubicada en la región sur del estado— y proporciona agua para irrigar más de 5 mil hectáreas de tierra, incluyendo tierras ejidales (González-Trinidad *et al.*, 2020).

Durante el periodo posterior a la Segunda Guerra Mundial, la perforación de pozos para aprovechar recursos de agua subterránea se aceleró rápidamente, no solo en la región centro de Zacatecas, sino como parte de tendencias nacionales y globales más amplias, facilitadas por la electrificación de las zonas rurales y el mayor acceso a tecnologías de perforación. La creciente demanda de agua en los sectores público-urbano e industrial proporcionó un impulso adicional para explotar los acuíferos (Aboites *et al.*, 2010). En 1945, se hicieron modificaciones al artículo 27 de la Constitución para otorgar al gobierno federal la facultad de regular la extracción de agua subterránea.

En la región centro de Zacatecas, gobiernos estatales sucesivos promovieron la perforación de pozos con crédito subsidiado de la banca pública para aumentar la productividad agrícola, diversificar los cultivos hacia productos orientados a la exportación y generar empleo a nivel local (Tetreault, 2019). De esta manera, ya en 1960, el abatimiento de los acuíferos en la región centro de Zacatecas era evidente, lo que llevó al poder ejecutivo del gobierno federal a declarar una veda de perforación que abarcaba gran parte de la región, incluyendo los municipios de Calera, Fresnillo, Morelos, Pánuco, Vetagrande y Zacatecas (*Diario Oficial*, 1960).

En la práctica, sin embargo, la veda fue completamente ignorada. Para 1970, Zacatecas contaba con aproximadamente 30 mil 562 hectáreas de tierras irrigadas, de las

cuales cerca de 6 mil hectáreas se abastecían de fuentes subterráneas. En el transcurso de los siguientes 10 años, la superficie total irrigada en el estado se triplicó, alcanzando 90 mil 253 hectáreas en 1980. Durante este periodo, la superficie irrigada mediante pozos profundos creció 10 veces, pasando de 5 mil 965 hectáreas a 58 mil 715 (Ramírez, Vera y Gómez, 1990). De hecho, Fernando Pámanes Escobedo, gobernador de Zacatecas de 1974 a 1980, informó con orgullo haber autorizado la perforación de decenas de nuevos pozos cada año en zonas donde estaba vigente la veda (Pámanes Escobedo, 1977; 1979).

Su sucesor, Genaro Borrego Estrada —gobernador de Zacatecas de 1986 a 1992— explicó que

la infraestructura hidráulica representa una de las más altas prioridades del Gobierno del Estado, a fin de reducir el riesgo de la aleatoriedad de las lluvias y así fortalecer nuestra capacidad productiva y elevar las condiciones de vida de los campesinos (1987:46).

En consonancia con este discurso, su gobierno creó el Programa Estatal de Perforación de Pozos, que perforó más de 100 pozos por año, con apoyo técnico de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hídricos (SARH, que sustituyó a la SRH en 1976) (Borrego, 1988). Así, al final de su mandato, se estimaba que existían 7 mil 272 pozos en Zacatecas para extraer agua subterránea; 8 mil hectáreas estaban equipadas con sistemas de riego presurizado y la superficie total de tierras irrigadas había aumentado a 163 mil hectáreas, representando 11% de toda la superficie agrícola del estado (Gobierno del Estado de Zacatecas, 1992).

En 1989 se creó la Comisión Nacional del Agua (Conagua) para reemplazar a la SARH en la gestión de los recursos hídricos del país. Tres años después, en 1992 —el mismo año en que las reformas constitucionales del presidente Carlos Salinas al artículo 27° pusieron fin oficialmente al reparto agrario y permitieron la privatización de los ejidos— se promulgó la Ley de Aguas Nacionales (LAN). Esta legislación adoptó el Principio de Dublín⁵ para establecer el valor económico del agua y sentó las bases para la creación de mercados negros que permitieran la transferencia de derechos de uso del agua (Reis, 2014).

Como veremos con más detalle en el siguiente capítulo, este marco jurídico sería clave para facilitar ciertas formas de corrupción institucionalizada orientadas al acaparamiento del agua y diversas formas de hidroextractivismo en la región centro de Zacatecas y más allá. Por ahora, cabe mencionar que permitió a Grupo Modelo comprar concesiones de agua a agricultores locales con tierras irrigadas en el municipio de Calera, a un precio no revelado y exento de impuestos, para abastecer su mega fábrica cervecera, cuya construcción inició en julio de 1991, a solo 30 kilómetros al oeste de la capital del estado.

El artículo 22° de la Ley de Aguas Nacionales de 1992 otorgó a la Conagua la responsabilidad de administrar las concesiones de agua; mientras que el artículo 38 estipuló

⁵ Este principio proviene de la Declaración de Dublín sobre el Agua y el Desarrollo Sostenible, adoptada en la Conferencia Internacional sobre el Agua y el Medio Ambiente, celebrada en Dublín, Irlanda, en enero de 1992. En ella se establece que: «El agua tiene un valor económico en todos sus usos competitivos y debe ser reconocida como un bien económico».

que tenía la facultad de «reglamentar la extracción y utilización de aguas nacionales (...) para prevenir o remediar la sobreexplotación de los acuíferos». No obstante, desde su creación hasta la fecha de redactar este texto, esta agencia federal ha continuado otorgando permisos para extraer volúmenes crecientes de agua de acuíferos ya sobreexplorados en la región centro de Zacatecas y en otras partes del país. En el caso del acuífero Calera, los estudios técnicos realizados por la Conagua en 1992 indicaban que la tasa de recarga natural era de 83.9 millones de metros cúbicos por año ($Mm^3/año$), mientras que las concesiones para extracción sumaban 125 $Mm^3/año$, lo que resultaba en un déficit de 67.75 $Mm^3/año$. Desde entonces, las concesiones otorgadas por Conagua han aumentado a 157.2 $Mm^3/año$, en contrasentido de la ley.

Según el reconocido historiador mexicano Luis Aboites Aguilar, los cambios legales e institucionales en la gestión del agua durante los tres primeros años del gobierno de Carlos Salinas constituyeron un cambio de paradigma, del «modelo del agua de la nación» hacia lo que él denomina el «modelo mercantil-ambiental» (Aboites, 2009). El primero se basaba en la imposición constitucional de la nación como propietaria original del agua y la creación de mecanismos administrativos y fiscales para hacer del Estado el principal protagonista en el desarrollo de grandes proyectos hidráulicos con fines de justicia social a través de la reforma agraria y la expansión de los servicios hídricos. El segundo enfatiza el valor económico del agua y reorienta el papel del Estado hacia la colaboración con actores del sector privado, mientras que adopta un discurso sobre las preocupaciones ambientales y crea espacios

para la participación simbólica de actores no estatales, particularmente en la formación de los Comités Técnicos de Aguas Subterráneas (Cotas).

El 24 de noviembre de 2000, se crearon los Cotas para cada uno de los tres acuíferos más grandes de la región centro de Zacatecas: Aguanaval, Calera y Chupaderos. Como se ha analizado en otras investigaciones (Tetreault, 2019; Tetreault y McCulligh, 2018), estos Comités Técnicos han padecido de falta de financiamiento y no cuentan con facultades legales vinculantes para la toma de decisiones. Por ello, no han jugado un papel significativo en la gestión de los recursos hídricos en Zacatecas, con la excepción parcial del Cotas del acuífero Calera, que ha llevado a cabo estudios, además de «trabajar sobre todo en la búsqueda de la concientización de los usuarios, participando en la difusión de lo que ellos como concesionarios adquieren en materia de derechos y obligaciones».⁶

Desde la proclamación de la Ley de Aguas Nacionales en 1992, los sucesivos gobiernos de Zacatecas han insistido en la necesidad de seguir ampliando la frontera agrícola mediante la siembra de cultivos «rentables», aunque con un nuevo énfasis discursivo en la importancia de usar los recursos hídricos de manera racional y eficiente. Por ejemplo, el Programa de Mediano Plazo para el Sector Agropecuario elaborado por el gobierno de Arturo Romo Gutiérrez (1992-1998), afirmaba lo siguiente:

⁶ Entrevista con David Menchaca Trejo, el presidente del Cotas del acuífero Calera, realizada por Ángela Ixkic Bastian Duarte en agosto de 2014, y citada por Tetreault (2019).

El 76% de la agricultura de riego, tanto en cultivos anuales como perennes, se realiza sobre base de agua de pozos profundos. Lo anterior implica la imperiosa necesidad de que dicho elemento sea utilizado con la mayor eficiencia posible, procurando una adecuada planeación en lo que se refiere a aspectos tan importantes como la determinación del patrón de cultivos a sembrar, las épocas de siembra, la conducción del agua desde la fuente hasta la parcela y su aplicación directa sobre las plantas (Gobierno del Estado de Zacatecas, 1995:22).

Sin embargo, como reconoció el gobierno de Miguel Alonso Reyes dieciséis años después, en la práctica, la gestión del agua en Zacatecas ha sido ineficaz, por decir lo menos. «La escasez de agua y la contaminación que acontece en nuestro estado, se agravan con el paso del tiempo, derivado del mal uso y manejo de los recursos disponibles» (Gobierno del Estado de Zacatecas, 2011:148). No obstante, su gobierno reiteró los llamados al uso eficiente del agua, con nuevos giros discursivos alineados con las prioridades de Conagua en ese momento, especialmente la construcción de más infraestructura hidráulica, incluidas plantas de tratamiento de aguas residuales, con el objetivo de reutilizar agua tratada en la agricultura (Gobierno del Estado de Zacatecas, 2011).

Cabe señalar que el proyecto de la presa Milpillas fue concebido durante el gobierno de Alonso Reyes (2010-2016), con base en la idea de aumentar la oferta de agua en la región centro del estado. Desde entonces, ha sido promovido por sus sucesores, Alejandro Tello Cristerna —quien, por cierto, trabajó como Gerente de Relaciones Institucionales

para Grupo Modelo entre 2004 y 2010, antes de ser electo gobernador del Estado de Zacatecas en 2016— y también por el actual gobernador de Zacatecas, David Monreal, cuya visión de una «gestión eficiente del agua» incluye:

el uso eficiente y productivo de este recurso, particularmente en la agricultura, mediante la aplicación de nuevas tecnologías de riego de precisión, en los municipios la implementación de programas de captación de agua de lluvia, (...) el saneamiento y reúso del agua; y, sobre todo, de una política de inversión pública que incluya la creación de nueva infraestructura de almacenamiento, distribución y saneamiento en los sistemas de agua potable y alcantarillado (Gobierno del Estado de Zacatecas, 2021:225).

Otro denominador común en los discursos de los gobiernos de Zacatecas desde los años setenta hasta la actualidad tiene que ver con el objetivo de diversificar la producción agrícola hacia cultivos de alto valor para la exportación. La administración de Genaro Borrego Estrada fue especialmente enfática en hacer de la diversificación productiva en la agricultura «un propósito central de la estrategia de desarrollo del Estado» (1987:46). Así, el gobierno del estado de Zacatecas ha promovido la expansión de la producción frutícola, particularmente uva, guayaba, durazno, manzana, tuna y chile; así como cultivos forrajeros como avena, cebada, sorgo y alfalfa. En consecuencia, ha habido un aumento significativo en la superficie dedicada a estos cultivos durante las últimas décadas, incluyendo tierras de riego ubicadas en la región centro del estado, como se analiza en el capítulo 4 de este libro.

Chávez Ruiz sugiere que «el proceso de reconversión productiva en Zacatecas tiene más que ver con la influencia del mercado y el entorno económico, que con la existencia de una política explícita del Estado para promover estos ajustes» (2006:22). Sin duda, este ha sido el caso, con quizás una excepción significativa, aunque sigue siendo una lógica de mercado: los esfuerzos de colaboración entre Grupo Modelo y el gobierno de Zacatecas para alentar a los agricultores del estado a producir cebada malterea para abastecer con insumos subsidiados a la gigantesca planta cervecera de la empresa (Muñoz y Tetreault, 2020).

Desde otra perspectiva, el discurso para impulsar la diversificación de la producción agrícola en Zacatecas comenzó a incorporar preocupaciones sobre el agotamiento de los recursos hídricos hacia una década después del inicio del nuevo milenio. Por ejemplo, el Plan Estatal de Desarrollo 2010-2016 de Miguel Alonso Reyes menciona la necesidad de establecer «cultivos que no demanden agua en exceso» y de lograr una «mejora en la eficiencia de las unidades de riego» (Gobierno del Estado de Zacatecas, 2011:104).

Este giro discursivo coincidió con una serie de estudios y acciones que Conagua realizaba en esos años para promover el cultivo de canola y nopal forrajero en la región centro del estado, dado que estos cultivos requieren menos agua que los cultivos convencionales, es decir, maíz y frijol. Nemecio Castillo Torres, un consultor contratado por Conagua en aquel entonces, señala que esta fue solo una de varias medidas contempladas en el programa denominado «Manejo Sustentable de Recursos Hídricos en el Estado de Zacatecas»; un programa cuyos

requerimientos de inversión pública son marginales y cuya contribución al logro de las metas se expresaría en el rescate anual de 88.3 millones de m³ de agua, 27.8 millones de pesos de ahorro en subsidios a la tarifa 09 y un impacto favorable del orden de 200 millones de pesos en los ingresos de los productores, bajo el supuesto de que podrían sustituirse hasta 40,000 hectáreas actualmente sembradas con maíz, frijol y diversos cultivos forrajeros (Castillo, 2008:8).

Las otras medidas incluyen introducción de riego por goteo para chile seco y alfalfa, construcción de invernaderos tipo macrotúnel para la producción de chile verde, mejoramiento del marco regulatorio, adecuación de los derechos de riego y uso de aguas residuales tratadas para riego. Sin embargo, estas iniciativas no se han perseguido seriamente o se han hecho solo de forma fragmentaria. En particular, los esfuerzos para promover la reconversión productiva hacia cultivos ahorradores de agua no pasaron de demostraciones piloto y fueron finalmente abandonados en favor de promover la presa Milpillas, a pesar de que este proyecto de gran escala solo prometía aumentar la oferta de agua a la región centro en menos de la mitad de lo que se estimaba que podría ahorrar la reconversión de cultivos a una fracción del costo. Como se analizará más adelante, atribuimos estas decisiones aparentemente irracionales a manifestaciones de corrupción institucionalizada, que en este caso favorecen la mercantilización del agua para el consumo doméstico mediante el desvío de enormes cantidades de recursos públicos hacia empresas privadas constructoras de presas.

Para concluir este capítulo, presentamos algunas estadísticas —en su mayoría tomadas del Plan Estatal de

Desarrollo 2022-2027— sobre la extensión actual de tierras de riego, la distribución sectorial del agua y las tasas de sobreexplotación de acuíferos a nivel estatal. En 2020, de un millón 185 mil 687 hectáreas de tierras sembradas en Zacatecas, 170 mil 930 hectáreas eran de riego, lo que representa 14.4%. Actualmente existen 21 mil 545 concesiones de agua en el estado; 2 mil 377 corresponden al uso de aguas superficiales y 19 mil 168 al uso de aguas subterráneas. El volumen total de agua concesionado ha ascendido a mil 676 millones de metros cúbicos (Mm^3), de los cuales mil 263 Mm^3 corresponden a la extracción de agua subterránea. El sector agropecuario consume 83% del agua extraída del territorio zacatecano, 10% es consumida por el sector público urbano y 4.2% por la industria. Según Conagua, de los 31 acuíferos que existen en Zacatecas, 13 están sobreexplotados y los que tienen las tasas más altas de sobreexplotación están ubicados en la región centro del estado, específicamente los acuíferos Aguanaval, Calera y Chupaderos.⁷

Así, la producción histórica del territorio hidrosocial zacatecano no solo sentó las bases de la actual configuración de usos, infraestructuras y políticas del agua, sino que también abrió paso a nuevas formas de acaparamiento y sobreexplotación, expresadas hoy en dinámicas de hidroextractivismo que analizaremos en el siguiente capítulo.

⁷ <https://sigagis.conagua.gob.mx/gasi/sections/Edos/zacatecas/zacatecas.html>

Acaparamiento de agua e hidroextractivismo en la región centro de Zacatecas

Zacatecas se encuentra en la parte centro-norte de México, sobre una meseta árida entre la Sierra Madre Occidental y la Sierra Madre Oriental. La precipitación media anual de la región centro del estado es apenas 450 milímetros (INEGI, 2024a). Esta región abarca los dos centros urbanos más grandes: la Zona Conurbada de Zacatecas y Guadalupe (ZCZG), con una población de 405 mil habitantes en 2020, y Fresnillo, ubicado a 54 kilómetros al noroeste, con una población de 243 mil habitantes. Además, hay tres conglomerados urbanos más pequeños ubicados entre ambos: Enrique Estrada, Víctor Rosales y Morelos; y otro, Trancoso, localizado al este de la ZCZG. A nivel estatal, la agricultura de riego y la industria se concentran en torno a estas áreas urbanas.

Considerando la importancia del agua subterránea para abastecer tanto a los centros urbanos como a las actividades agrícolas e industriales en esta región, una primera aproximación geográfica al territorio hidrosocial está representada por el polígono formado por los cinco acuíferos contiguos e interconectados que se encuentran en

esta zona: Aguanaval, Calera, Chupaderos, Benito Juárez y Guadalupe Bañuelos.⁸ Como se puede observar en el mapa 1, este polígono se superpone de manera aproximada con nueve municipios: Calera, Fresnillo, General Enrique Estrada, Guadalupe, Morelos, Pánuco, Vetagrande, Trancoso y Zacatecas, con una población combinada de 650 mil 104 habitantes en 2020. En estos municipios, los acuíferos abastecen aproximadamente 91% del agua que se consume en el sector público urbano, 92% del agua empleada en la agricultura y 98% del agua utilizada por la industria.⁹

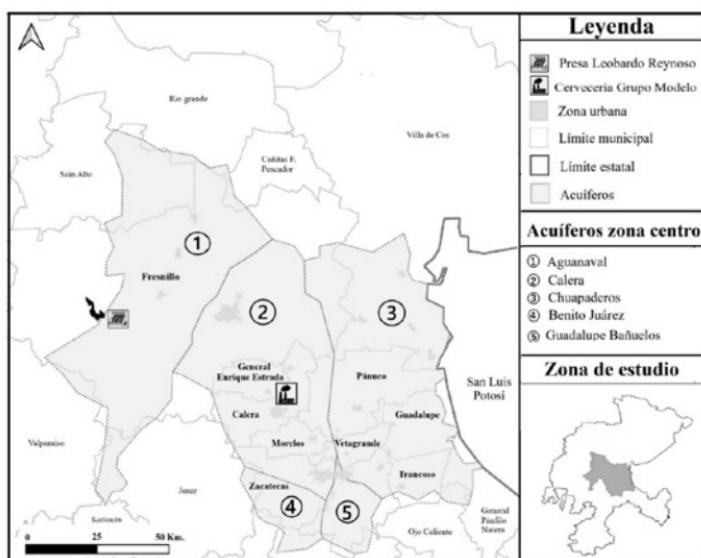
En comparación con el resto del estado, la región analizada presenta una mayor diversificación agrícola. Entre los principales cultivos se encuentran frijol, trigo, maíz, chile seco, avena forrajera, cebada, durazno, manzana, zanahoria, papa, cebolla, tomate, rábano, brócoli, ajo y chile verde. En años recientes, los productos hortícolas han ganado importancia dentro de la zona, orientándose principalmente al mercado nacional, ya que la mayor parte

⁸ Es importante tomar en cuenta que la delimitación de los acuíferos en México obedece a fines de evaluación y manejo (Carrillo-Rivera *et al.*, 2016) y, como se indica en la Ley de Aguas Nacionales, es de carácter convencional y con fines estrictamente administrativos (Hatch-Kuri, 2017). Como tal, «están fuera de sus límites y naturaleza geológica, hidráulica, de vegetación y suelo; de la trayectoria, dimensión, velocidad y jerarquía de los sistemas de flujo de agua subterránea» (Carrillo-Rivera *et al.*, 2016:157). Aun así, consideramos pertinente su uso en este trabajo con el propósito de simplificar y representar en términos territoriales nuestro análisis, aunque reconocemos que muchas de las deficiencias en la gestión del agua subterránea, así como los conflictos hídricos existentes, se desprenden de esa rigidez administrativa que da cabida a diferentes modelos de desarrollo, los cuales legitiman la segregación socioespacial e ignoran voces y formas de vida en aras del desarrollo económico (Galimberti, Astudillo y Roldán, 2020).

⁹ Cálculos propios con base en los datos del Repda.

de la producción carece de las certificaciones requeridas para acceder a mercados internacionales (Muñoz, 2023). Aunque solo 27% de la superficie destinada a la agricultura en los nueve municipios estudiados está sembrada bajo una modalidad de riego, el valor de la producción en estas tierras irrigadas representa 82% de la producción agrícola regional.¹⁰ Así, estas cifras ilustran «la condición de elevada fuerza productiva» a la que alude Marx (2009:829-830) con respecto a la renta que se deriva de la monopolización de una fuerza natural, en este caso, el agua subterránea. Analizamos el hidroextractivismo agrícola en la región centro de Zacatecas con mayor detalle en el siguiente capítulo.

MAPA 1. Acuíferos en la región centro de Zacatecas



Fuente: elaboración propia con apoyo técnico de Sol Pérez Jiménez.

¹⁰ Cálculos propios con base en la información consultada en Siacon.

Otra forma de hidroextractivismo que se encuentra en la región centro de Zacatecas se asocia con las actividades mineras. Hay cuatro grandes minas de minerales metálicos en «fase de producción» en la región: Fresnillo PLC, Saucito, Veta Grande y Cozamin. Las dos primeras pertenecen a Industrias Peñoles; la mina Veta Grande es propiedad de la empresa canadiense Santacruz Silver; y Cozamin es de la empresa canadiense Capstone Gold. Cada una de estas minas tiene una planta de beneficio que emplea un sistema de flotación que consume y contamina agua para procesar los minerales. Según los datos que recibimos de Conagua a través de una solicitud de información en 2016, Santacruz (a través de su exsocio, Contracuña) tiene permiso para extraer del subsuelo 35 mil metros cúbicos de agua anuales para su planta de beneficio en Vetagrande; e Industrias Peñoles tiene concesiones para extraer 50 mil m³/año para la mina Fresnillo PLC y el doble de este volumen para la mina Saucito.

Aunque la respuesta de Conagua indicaba que la mina Cozamin no cuenta con concesiones de agua, al revisar el Registro Público de Derechos de Agua (Repda) detectamos dos concesiones otorgadas a la minera Capstone Gold para extraer agua cerca de la capital del estado: una de 200 mil m³/año desde el año 2010 y otra de 152 mil 800 m³/año desde 2015. Si bien estos volúmenes no se comparan con los que se extraen de los acuíferos para las actividades agrícolas, es importante recordar que los procesos de beneficio de minerales metálicos emplean cianuro y otras sustancias altamente tóxicas, lo que inevitablemente conlleva la contaminación del medio ambiente, «ya sea de manera paulatina por medio del viento, la lluvia y la gravedad, o de

repente por medio de los accidentes, que son frecuentes» (Tetreault, 2014:113).

En total, las concesiones de agua para actividades industriales en la región centro de Zacatecas suman 14.3 millones de metros cúbicos por año ($Mm^3/año$), según los datos del Repda. Además de las actividades mineras, el otro sub-sector industrial sobresaliente en esta región es el de bebidas, mismo en que Navarro (2015) se enfoca para conceptualizar el fenómeno del hidroextractivismo. Ya hemos mencionado la fábrica de cerveza más grande del mundo, propiedad de Grupo Modelo (Anheuser-Busch InBev), que extrae casi 14 $Mm^3/año$ del acuífero Calera, el cual tiene el agua de mejor calidad de la región. Coca-Cola y PepsiCo también tienen fábricas instaladas en la región para extraer agua del mismo acuífero. Las concesiones otorgadas a los subsidiarios de Coca-Cola incluyen 207 mil 300 $m^3/año$ para Bebidas Mundiales, 277 mil 982 $m^3/año$ para Jugos del Valle y 240 mil $m^3/año$ para Embotelladora de Zacatecas. Pepsi-Cola, una de las primeras empresas en instalarse en la región, cuando se creó el parque industrial Calera en 1977, tiene una concesión para extraer 286 mil 625 $m^3/año$ del mismo acuífero.

Como señala Rodríguez Ruiz, desde finales de los años setenta, la industria de las bebidas «parece funcionar como una industria motriz o industria clave dentro de la región» (2003:11). Esta observación se corrobora con las investigaciones de Benita y Gaytán, quienes observan que la industria de las bebidas en Zacatecas es una de las «muy pocas actividades [que] se ha dado una dinámica superior a la del país» (2011:90). Hoy en día, hay tres parques industriales en la región centro de Zacatecas: uno en Calera, otro en

Fresnillo y el tercero en el municipio de Guadalupe. En una investigación exploratoria sobre el consumo de agua por el sector industrial en la región, Vélez Rodríguez, Padilla Bernal y González Hernández (2019) identificaron 74 empresas de «la industria de transformación» dedicadas en su mayoría a la producción de bebidas y alimentos, y a la fabricación de partes de vehículos automotores, motores eléctricos, equipo aeroespacial, envases, textiles, bandas y mangueras de hule, así como material para construcción. Estas empresas incluyen no solo las que están instaladas en los parques industriales, sino también las que tienen sus instalaciones en la mancha urbana, aprovechando la red de abastecimiento municipal de agua. Los autores observan que su consumo de agua ha incrementado durante las dos primeras décadas del nuevo milenio, llegando a un cálculo conservador de 6 millones 243 mil 112 m³/año en 2019.

El cuadro 1 presenta datos de la Conagua sobre los cinco acuíferos de la región centro de Zacatecas, incluyendo tasas estimadas de recarga, descarga natural y extracción. La Conagua calcula la cantidad de agua disponible para extracción adicional restando, de la tasa estimada de recarga, la descarga natural (comprometida para otros usos) y la tasa de extracción. De acuerdo con este cálculo, los cinco acuíferos presentan disponibilidad negativa; es decir, un déficit, que en el discurso de la Conagua, indica la tasa a la que están siendo sobreexplotados. Bajo esta lógica, en conjunto, la tasa de sobreexplotación de los acuíferos en la región centro de Zacatecas se calcula en 262.5 Mm³/año.

CUADRO 1. Disponibilidad de agua en los cinco acuíferos de la región centro de Zacatecas

	<i>Recarga natural (Mm³/año)</i>	<i>Descarga natural (Mm³/año)</i>	<i>Concesiones (Mm³/año)</i>	<i>Disponibilidad (Mm³/año)</i>
Aguanaval	84.5	0	174.0	-895
Benito Juárez	18.1	0	21.5	-34
Calera	91.1	1.2	157.2	-673
Chupaderos	86.6	0	188.5	-101.9
Guadalupe Bañuelos	12.1	0	12.5	-04
TOTALES	2924	1.2	553.7	-262.5

Fuente: elaboración propia con base en datos de la Subgerencia de Información Geográfica del Agua de Conagua (<https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/zacatecas/zacatecas.html>).

Según los datos oficiales presentados en el cuadro 2, de los 553.7 Mm³ de agua que se extraen anualmente de estos cinco acuíferos, aproximadamente 88% del volumen concedido va a agricultura, 9% a público urbano y 2.6% a industria. Es importante indicar que estos cálculos se basan, no en la medición física de los volúmenes de agua que se bombean del subsuelo, sino en los volúmenes que corresponden a las concesiones otorgadas por la Conagua. Regresaremos a analizar con más detalle la distribución del agua en la región centro de Zacatecas, tomando en cuenta la calidad del agua que se distribuye entre los tres sectores y también el acaparamiento del agua por los grandes usuarios del sector privado. Primero, es fundamental indagar sobre la precisión de los datos oficiales sobre las

tasas de recarga natural, tomando en cuenta que estos han ido ajustándose hacia arriba en años recientes, a pesar de las condiciones persistentes de sequía que resultan en menos agua filtrando en el subsuelo.

CUADRO 2. Distribución sectorial del agua que se extrae de los acuíferos en la región centro de Zacatecas

Acuífero	Agrícola (%)	Público Urbano (%)	Industrial (%)	Otros (%)
Aguanaval	97.91	1.86	0.00	0.23
Benito Juárez	56.34	43.61	0.00	0.05
Calera	76.21	14.58	8.66	0.55
Chupaderos	96.21	2.98	0.02	0.79
Guadalupe Bañuelos	39.60	56.24	0.00	4.17
TOTALES	87.99	8.85	2.56	0.60

Fuente: elaboración propia con datos del Repda.

Para empezar, conforme a Molle y Closas a partir de una extensa revisión bibliográfica, es

extremadamente difícil estimar cuánta agua se infiltra de diversas maneras en el subsuelo, y la heterogeneidad de los acuíferos suele ser desconcertante. Como resultado, el nivel de recarga de los acuíferos suele ser una cuestión de «mejor estimación» (2020:3).

Por esta y otras razones, existe una idea errónea generalizada, a menudo proyectada a través del discurso oficial, «de que existe un punto claro en el que un acuífero pasa

a estar sobreexplotado» (Molle, 2023:293). Esto refleja una suerte de «pensamiento de tina de baño» implícito en los cálculos de la Conagua sobre la disponibilidad de agua subterránea en México.

En cuanto a las tasas de extracción, como ya mencionamos, estas se basan en los volúmenes de agua que Conagua otorga a terceros a través de concesiones. La ley exige que los concesionarios instalen medidores en sus pozos, pero esto ha sido difícil de hacer cumplir. En la práctica, relativamente pocos usuarios tienen medidores. Al analizar los datos que obtuvimos de las oficinas locales de la Conagua en Guadalupe, Zacatecas, el 22 de agosto de 2012, quedó evidente que solo 11% de los usuarios con concesiones para extraer agua de los tres acuíferos que abastecen a ZCZG (Benito Juárez, Calera y Guadalupe Bañuelos), contaban con medidores en sus pozos.

Como nos explicó un funcionario de la Conagua que entrevistamos en el Área de Recaudación de las mismas oficinas el 22 de octubre de 2019, debido a la falta de medidores, el personal de Conagua tiene que depender de las auto declaraciones sobre el volumen de agua consumido:

La ley exige la colocación del dispositivo de medición, sin embargo, por las razones que ustedes quieran; por falta de recursos, porque hay quienes, el hurto, descompostura, lo que ustedes gusten, entonces, hay quienes presentan con el volumen concesionado (...) como son auto declaraciones, nosotros estamos confiando en que la información que ustedes arrojan dentro de las declaraciones es la correcta.

Por cierto, estas no son circunstancias excepcionales. Como señala Hoogesteger, en el sector agrícola de México, «el cumplimiento de la normativa es bajo y la mayoría de los usuarios o no tienen medidor o, si lo tienen, está dañado o alterado, lo que hace prácticamente imposible medir los volúmenes extraídos» (2018:561). Además, este tipo de dificultades para medir las tasas de extracción y hacer cumplir la normativa sobre aguas subterráneas se extienden mucho más allá de México. Molle y Closas aluden al «dilema del monitoreo y la aplicación» (2020:3) para explicar la ineeficacia de la gobernanza estatal de las aguas subterráneas en distintas partes del mundo, incluso con respecto a la insuficiencia de recursos (personal, equipo, financiamiento) y las prácticas generalizadas de fraude, soborno y corrupción. Otra parte de su explicación tiene que ver con «la infame falta de voluntad política» (2020:6), debido a intereses privados, clientelismo, competencia burocrática y prioridades estatales consideradas más importantes, como la de realizar crecimiento económico. Todo esto, desde nuestra óptica teórica conceptual, corresponde a lo que McCulligh (2017) llama «corrupción institucionalizada».

Con fundamento en los datos de Conagua sobre su trabajo de inspección y vigilancia, solo hay seis personas que llevan a cabo inspecciones en el estado de Zacatecas.¹¹ En 2023, llevaron a cabo 111 inspecciones en total, 22 de ellas en la región centro del estado. Con este ritmo, tardarían 194 años en inspeccionar a las 21 mil 545 concesiones de agua activas en el estado. Nuevamente, esta situación no

¹¹ Recuperado de <https://www.gob.mx/conagua/documentos/derechos-y-obligaciones-de-los-usuarios-ante-una-visita-de-inspeccion>

es exclusiva de Zacatecas. McCulligh y Carmona (2024) calculan que, a nivel nacional, la Conagua tardaría 227 años para inspeccionar a cada usuario.

Otra manifestación de la corrupción institucionalizada en México se encuentra en el funcionamiento del mercado negro que existe para facilitar la compraventa de concesiones de agua. Como explica Reis (2014), este mercado surgió después de la promulgación de la Ley de Aguas Nacionales en 1992, la cual estableció *inter alia* que la autoridad no puede expedir nuevas concesiones cuando determina que hay déficit y cataloga un acuífero como sin disponibilidad. A partir de entonces, la única forma de adquirir legalmente una concesión para extraer agua de un acuífero sobreexplotado es a través de la «transmisión de derechos» por parte de un usuario con una concesión existente que esté dispuesto a ceder total o parcialmente los volúmenes correspondientes. Esto ha dado lugar al surgimiento de una red de intermediarios, incluyendo personal de Conagua, que facilita la compra de derechos de agua mediante pagos por debajo de la mesa (Reis, 2014).

Un representante de Conagua que entrevistamos el 22 de octubre de 2019 nos explicó cómo este mercado negro funciona en Zacatecas. Vale la pena citarlo extensamente:

La transmisión de derechos tiene que ser del mismo acuífero. Puede estar en diferentes municipios, pero tiene que ser del mismo acuífero, aunque sea de diferentes municipios ¿sí? Tiene que conseguir a alguien que le transmita derechos de agua. Por ejemplo, que yo tenga mi concesión que sí sea del acuífero Chupaderos, no sé, que tenga yo 50 mil metros cúbicos y de ahí le quiero pasar la mitad. Pues vamos con

un notario a hacer ese contrato de transmisión o cesión de derechos. Que diga, el yerno le transmite a fulana de tal, 25 mil metros cúbicos y ya el notario hace este papel de transmisión y después usted tiene que venir aquí con nosotros a hacer un trámite (...) Nosotros fungimos como intermediarios nada más. Donde ellos vienen y dejan aquí su información del título que quieren vender volumen, y que no se puede vender el agua ¿verdad? Pero sí el derecho. Entonces es lo que ellos hacen. Entonces nosotros ya nada más los comunicamos con las personas que tenemos que ocupan ese volumen, que también ellos vienen y nos dejan su información (...) nosotros les damos la información; el número de teléfono, el nombre de la persona que ocupa el volumen y cuánto ocupa. Entonces ya les pasamos el dato y ellos ya se comunicarían entre ellos, ya hacen el trato entre ellos. (...) Normalmente sí hay un pago de por medio, también eso depende del acuífero que sea. Todos los acuíferos tienen como cierto tipo de demanda y cierto costo. Pero ya es un arreglo entre ellos, entre particulares. (...) No existe un precio fijo para los acuíferos (...) de los más caros es Calera (...) En Calera el precio está entre \$10 y \$15 el metro cúbico, pero en dado caso hay personas que lo compran hasta mucho más barato. (...) Hay personas que lo han comprado a \$5 a \$7 el metro cúbico.

Estos pagos no se registran y, por ser informales, no necesariamente implican el cobro de impuestos. Además, como nos aseguró la gente de Conagua entrevistada en Zacatecas: «Pueden registrar todas las concesiones que quieran. Persona física o persona moral pueden tener todas las que quieran». Por tanto, este arreglo institucional ha servido para facilitar el acaparamiento de agua (*water grabbing*). En

el ámbito nacional, 3 mil 304 usuarios privados tienen concesiones para extraer al menos un millón de metros cúbicos de agua por año (Gómez-Arias y Moctezuma, 2020). Estos «millonarios del agua», que representan solo el 1.1% de los usuarios de agua en México, controlan el 22.3% del volumen de agua en concesiones (Gómez-Arias y Moctezuma, 2020).

En la región centro de Zacatecas, hay cuando menos un millonario del agua: Grupo Modelo, que en 2013 fue adquirido por Anheuser-Busch InBev (ABI), el mayor productor de cerveza del mundo. Su fábrica de cerveza, ubicada a menos de 30 kilómetros al noroeste de la ZCZG, entre Enrique Estrada y Víctor Rosales, se considera la más grande del mundo, con capacidad para producir 20 millones de botellas de cerveza al día. Actualmente, Grupo Modelo tiene 23 concesiones para extraer un total de 13.96 Mm³/año del acuífero Calera; 13 son para uso industrial, que suman 12.35 Mm³/año, y 10 para uso agrícola, que ascienden a 1.61 Mm³/año.¹²

El cuadro 3 presenta datos sobre la distribución de las concesiones de agua en la región centro Zacatecas, con base en dos criterios: por un lado, los rangos de volumen concesionado (desde concesiones pequeñas de hasta 50 mil m³/año hasta grandes concesiones de más un millón de m³/año) y, por otro, los usos del agua (agrícola, industrial,

¹² Cálculos propios basados en los datos disponibles en Repda. Cabe mencionar que estos datos difieren de los proporcionados recientemente por Conagua, en respuesta a una solicitud de información, en un documento fechado el 14 de febrero de 2019, con número de identificación 20190128DUF0C3_2, donde señala que Grupo Modelo «tiene en concesión un volumen anual de 11.96 Millones de metros cúbicos para uso industrial y 2.2 Millones de metros cúbicos para uso agrícola, para un total de 14.16 Millones de metros cúbicos».

público urbano y otros). En cada celda se presenta el número de concesiones que corresponden simultáneamente a un rango de volumen y a un tipo de uso. Este esquema organizativo permite visualizar la concentración de concesiones según su tamaño y destino, así como la distribución relativa entre sectores y el peso que tienen en el volumen total de extracción autorizado en la región centro de Zacatecas, definido nuevamente por el polígono formado por los cinco acuíferos señalados arriba (Aguanaval, Calera, Chupaderos, Benito Juárez y Guadalupe Bañuelos).

CUADRO 3. Concentración de concesiones
en la región centro de Zacatecas

Concesiones (m ³)	Agrícola	Industrial	Público urbano	Otros	Total	Total volumen
Superior a 1 millón	0	0	3	0	3	12 212 096
De 501 mil a 1 millón	7	13	18	1	39	26 990 364
De 301 mil a 500 mil	190	5	27	0	222	81 978 969
De 201 a 300 mil	459	5	14	1	479	119 169 555
De 101 a 200 mil	782	6	21	4	813	120 100 281
De 51 a 100 mil	748	4	25	6	783	57 808 029
Hasta 50 mil	1 952	5	902	548	3 407	45 045 298
Total de concesiones	4 138	38	1 010	560	5 746	
Volumen concesionado	398 587 382	14 102 045	47 616 750	3 427 415		463 304 592

Fuente: elaboración propia con datos del Repda.¹³

¹³ En los casos de concesiones para múltiples usos, el volumen total concesionado se registra en la categoría «formal» o predominante.

Las tres concesiones de volúmenes de agua superiores a 1 millón de m³ por año corresponden al sector público urbano: dos a nombre de JIAPAZ, cada una por un millón 356 mil 48 m³, y una asignada al Sistema de Agua Potable, Alcantarillado y Saneamiento de Fresnillo (SIAPASF) por 9 millones 500 mil m³. Es evidente que estos sistemas públicos de distribución de agua potable no pueden considerarse «millonarios del agua», ya que su función es abastecer a miles de familias para la satisfacción de necesidades básicas. Asimismo, en el rango de 501 mil a 1 millón de m³/año, se registran 18 concesiones para uso público urbano, todas de JIAPAZ. En la misma fila, se observan 13 concesiones para uso industrial, pertenecientes a Grupo Modelo; siete para uso agrícola, correspondientes a unidades de riego; y una en la categoría «otros», a nombre de Luis Manuel Pérez Castañón, exfuncionario de la delegación en Zacatecas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), quien actualmente demanda a Conagua por no haberle autorizado una transmisión parcial de 120 mil m³ anuales.

Cabe señalar que este análisis no revela quiénes son los grandes acaparadores de agua en el sector agrícola, ya que pueden tener múltiples concesiones de menor volumen. Por ejemplo, de acuerdo con una investigación de Olvera (2025) para la revista *SinEmbargo*: «Los Monreal, la familia con el mayor poder político en Zacatecas, acaparan 843,460 metros cúbicos anuales de aguas nacionales del sobreexplotado acuífero Aguanaval, ubicado en Fresnillo». En este caso, se trata de seis concesiones de entre 30 mil y 360 mil m³/año: tres a nombre de Cándido Monreal Ávila y una a nombre de cada uno de sus hermanos, David, Saúl y Elías.

La fábrica de cerveza más grande del mundo,
propiedad de Grupo Modelo (ABI)



Fotografía: archivo personal.

Todas las concesiones de Grupo Modelo son para extraer agua del acuífero Calera. Es importante recordar que este es el que tiene la mejor calidad de agua en la región. Se considera «optima» para la producción de cerveza, según Javier Martínez Astorga, el Gerente de Medio Ambiente de Grupo Modelo en Zacatecas, debido a que solo requiere un leve proceso de desinfección con ozono y no el relativamente costoso proceso de suavización con cal y electrodialisis que la compañía tiene que aplicar en sus plantas ubicadas en otras partes de la república.¹⁴ En total, el volumen de agua que Grupo Modelo tiene el derecho de extraer del acuífero Calera es casi el doble del que se extrae del mismo acuífero para abastecer a la ZCGZ. Para dimensionarlo de otra manera, es suficiente agua para satisfacer las necesidades básicas de consumo, higiene y saneamiento de 382

¹⁴ Entrevista realizada en agosto de 2014 por la doctora Ángela Ixkic Bastian Duarte.

mil 382 personas, considerando 100 litros/día por persona, según el estándar recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) y otros organismos internacionales.

Además, a través de la reconversión agrícola hacia el cultivo de cebada para la producción de cerveza en Zacatecas, Grupo Modelo ha acaparado de manera indirecta una proporción considerable de los recursos hídricos del estado. Según los hallazgos de una investigación previa (Muñoz y Tetreault, 2020), mediante un convenio entre la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa) y la Secretaría del Campo de Zacatecas (Secampo), en 2017 se ejecutó el Programa de Fomento a la Agricultura con una inversión conjunta de 46.25 millones de pesos, destinada a capitalizar unidades agrícolas mediante infraestructura, maquinaria y paquetes tecnológicos.

Una parte significativa de estos recursos —más de 35 millones de pesos— se destinó a promover la reconversión productiva hacia la cebada, un cultivo estratégico vinculado con Grupo Modelo, que además recibió fondos públicos para su centro de investigación y un nuevo centro de acopio. El apoyo se canalizó a través del suministro de semilla certificada de uso único, lo cual genera una relación de dependencia de los productores con respecto a la empresa proveedora. Como resultado, en 2018 los agricultores de Zacatecas sembraron 248 mil 396 hectáreas de cebada maltera, con un rendimiento promedio de solo 0.91 toneladas por hectárea, lo que equivale a una producción total de aproximadamente 226 mil toneladas de cebada.¹⁵

¹⁵ Con base en los datos del Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), Muñoz y Tetreault (2020) reportan que la producción de cebada en Zacatecas ha tenido un rendimiento promedio histórico

De acuerdo con las estimaciones de Chapagain y Hoekstra (2004), quienes calculan que el contenido promedio de agua virtual en la cebada es de mil 388 m³ por tonelada, la producción de cebada en Zacatecas en 2018 implicó un consumo de alrededor de 314 millones de metros cúbicos (Mm³). Tomando en cuenta que aproximadamente 90% de la superficie del estado sembrada con cebada en ese año era de temporal (Muñoz y Tetreault, 2020), se puede considerar que la mayor parte de esta agua virtual es «verde», es decir, agua almacenada en el suelo como humedad; en lugar de agua «azul», que se refiere al volumen que se extrae de fuentes superficiales y subterráneas, según la definición de Chapagain y Hoekstra (2004). En todo caso, esta situación pone en evidencia el uso de subsidios públicos para apoyar una cadena agroindustrial vinculada a una transnacional cervecera, mientras se intensifica el estrés hídrico en la región. He ahí donde se vislumbran manifestaciones de la corrupción institucionalizada y las posibles alternativas por el uso de las tierras agrícolas y el agua.

Mientras Grupo Modelo tiene acceso a grandes volúmenes del agua subterránea de mejor calidad en la región centro del estado, la ZCGZ se abastece con agua que contiene concentraciones de metales pesados muy por encima de los máximos permitidos por la normatividad mexicana. Es importante recordar que toda el agua que se consume en la ZCGZ viene del subsuelo, a través de un sistema de pozos, tanques de regulación y plantas de bombeo que se empezó a construir en 1938 y ha ido ampliándose desde entonces

de 1.52 toneladas por hectárea, «muy por debajo de las 4.1 toneladas por hectárea promedio que se obtienen en el altiplano del país, particularmente en el estado de Hidalgo y el Valle de México».

(Tetreault, 2019). Actualmente, la Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas (JIAPAZ) maneja este sistema, que extrae agua de los tres acuíferos que se encuentran más cerca de la zona conurbada: Benito Juárez, Guadalupe Bañuelos y Calera. 35% del agua que se consume en la ZCZG viene del primero, otro 35% del segundo y 30% del tercero (Tetreault, 2019). El problema y gran amenaza para la salud de la población local es que el agua que se extrae de los primeros dos acuíferos mencionados es la que contiene concentraciones de flúor, arsénico y otros metales pesados por encima de la norma.¹⁶

Estas circunstancias fueron detectadas por Conagua desde los años noventa, como atestigua un documento

¹⁶ Es posible que el agua que consume la población que vive en Fresnillo y en otros centros urbanos de la región centro de Zacatecas también tenga concentraciones de metales pesados por encima de la norma. Aunque no ha habido estudios sistemáticos al respecto, la evidencia disponible sugiere que así sea. Por ejemplo, con base en los datos generados por un estudio de la Conagua en 2017, Alfaro de la Torre *et al.* (2021) reportan que las muestras de agua tomadas de tres pozos en el municipio de Fresnillo (Rancho Grande, Santa Bárbara y 581 Pardillo) tienen concentraciones de fluoruro superiores a 1.5 mg/L —que es el máximo establecido en la Modificación a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994—, y que la muestra tomada de Rancho Grande también presenta concentraciones de arsénico superiores al máximo establecido por la misma norma (0.025 mg/L). Además, en una investigación exploratoria, Ramírez-Herrera *et al.* analizaron muestras de agua tomadas de siete puntos cercanos a la cabecera municipal de Fresnillo, «tanto de los ríos como de las fuentes que satisfacen el sistema de agua potable de las comunidades» (2023:11), y encontraron que todas «superan los niveles establecidos de Pb en agua por la Norma Mexicana (NOM-001-SEMARNAT-1996)». Cabe señalar que Fresnillo se abastece de agua por dos sistemas de pozos: Pardillo, que extrae 122 litros por segundo (lps) del acuífero Calera, y Carrillo, que extrae 283 lps del acuífero Aguanaval. De esta manera, 30% del agua consumida en Fresnillo proviene de Calera y el resto (70%) de Aguanaval (Conagua, 2011).

fechado en septiembre 1998, titulado, «Estudio para evaluar la contaminación de los acuíferos donde están ubicadas las fuentes de abastecimiento para agua potable de las ciudades de Zacatecas, Guadalupe y poblaciones circunvecinas».¹⁷ Este documento afirma la detección de flúor en concentraciones fuera de la norma en los pozos que extraen agua de los acuíferos Benito Juárez y Guadalupe Bañuelos para abastecer a la población urbana (Conagua, 1998). Además revela que

los niveles de concentración de elementos como el Cadmio (Cd), Mercurio (Hg), Níquel (Ni), y Selenio (Se), fueron detectados en concentraciones fuera de Norma para uso potable (...) Un poco más notoria, se observa la existencia de metales pesados como el Fierro (Fe) y el Plomo (Pb), en concentraciones fuera de Norma (Conagua, 1998:26).

El mismo documento expresa una preocupación especial sobre el arsénico, debido a que muestra «tendencias a incrementar sus índices de concentración, que en algunos casos, estos ya exceden los límites máximos permisibles de la Norma para uso potable» (Conagua, 1998:27).¹⁸

Conagua nunca hizo públicos sus estudios que detectaron concentraciones de metales pesados fuera de la

¹⁷ Recibimos una copia de este documento de los ingenieros encargados del Departamento de Aguas Subterráneas en la Dirección Local Zacatecas de Conagua, el 22 de agosto de 2012.

¹⁸ El límite permitido de arsénico en agua potable al que hace referencia este documento interno de Conagua era de 0.05 mg/L. Posteriormente se volvió más estricto, reduciéndose a 0.025 mg/L. Finalmente, la NOM-127-SSA1-2021, vigente desde abril de 2023, lo establece en 0.01 mg/L, con un cumplimiento gradual de 1, 3 o 6 años, según el tamaño de la localidad.

norma en el agua que se distribuye a los habitantes de Guadalupe y la capital de Zacatecas. De hecho, las autoridades locales en materia de agua declaran públicamente que el agua distribuida por JIAPAZ «cumple con todos los parámetros normativos y es segura para la salud de sus beneficiarios» (Calderón, 2019). Insisten en este discurso a pesar de la existencia de otras investigaciones independientes y más recientes que han corroborado la detección de concentraciones de flúor y arsénico muy por arriba de la norma en el agua que se distribuye en ZCGZ para el consumo humano (González, 2011; Martínez *et al.*, 2016).

Esto es muy preocupante, tomando en cuenta los serios impactos sobre la salud que el consumo habitual de estas sustancias puede provocar. Por ejemplo, el consumo de concentraciones elevadas de flúor causa enfermedades como la fluorosis dental y esquelética, aumenta el riesgo de desarrollar problemas renales y cáncer, y puede afectar el desarrollo mental humano (Molina *et al.*, 2013). Por su parte, la exposición crónica al arsénico afecta la piel (melanosis queratosis, cambios de pigmentación, cáncer dérmico), el sistema nervioso (neuropatías, encefalopatías, trastornos de aprendizaje, disminución en habilidades motoras, Alzheimer), el sistema inmune (inhibición o proliferación de células inmunes, inducción de enfermedades autoinmunes) el sistema cardiovascular (lesiones cardíacas críticas, daño al sistema vascular), el sistema renal (disfunción renal, cáncer en riñón y vejiga), entre muchas otras enfermedades (Medina-Pizzali *et al.*, 2018). Por tanto, consideramos que la distribución sectorial del agua en la región centro de Zacatecas refleja una forma de corrupción institucionalizada que resulta en violencia lenta, definida

por Nixon como aquella que «ocurre gradualmente y fuera de la vista, una violencia de destrucción retardada que se dispersa en el tiempo y el espacio» (2011:2), sobre todo en relación con la contaminación tóxica.

Por cierto, hay diversas fuentes de contaminación del agua en la región centro de Zacatecas, no solo antropogénicas, sino también naturales. Así como en otras zonas mineras, las formaciones rocosas altamente mineralizadas impregnán el agua con arsénico y otros metales pesados de manera natural (Armienta y Segovia, 2008). Además, conforme se agotan los acuíferos, estas concentraciones tienden a aumentar, entre otras razones porque las aguas encontradas en niveles más profundos generalmente han estado en contacto con los minerales del suelo durante más tiempo, lo cual favorece la disolución de metales pesados. Según la Conagua, esta fuente «natural» de contaminación es una de las principales en el agua que se extrae de los acuíferos Benito Juárez y Guadalupe Bañuelos, pero no la única. «De igual manera, la explotación minero-metalúrgica con más de 400 años de actividad es, en consecuencia, una de las que está influyendo en la contaminación de agua y suelo de la región» (Conagua, 1998).

Esta situación se debe a los flujos hidrológicos del territorio, que desde mediados del siglo XVI han arrastrado residuos de las actividades mineras en la ciudad de Zacatecas con los materiales aluviales que fluyen por el Arroyo de la Plata hacia el Valle de Guadalupe, ubicado al sureste de la ZCZG. A finales del siglo XIX se construyó una presa a unos cinco kilómetros al sureste del centro de Guadalupe —llamada La Zacatecana y conocida también como El Pedernalillo—, con el propósito de captar

las aguas residuales que fluyen por el Arroyo de la Plata y utilizarlas para regar tierras agrícolas (Gobierno del Estado de Zacatecas *et al.*, 2002).

En el subsuelo alrededor de la presa La Zacatecana, contigua a la comunidad del mismo nombre, «existen grandes cantidades de oro y plata, pero también de metales pesados como el mercurio y el plomo» (Zetina, 2012:164). Por tanto, desde principios del siglo XX diversas empresas privadas han estado explotando los sedimentos alrededor de la presa mediante procesos industriales orientados a recuperar los metales con valor de cambio (Gobierno del Estado de Zacatecas *et al.*, 2002; Zetina, 2012; 2016). Las consecuencias de esta contaminación y actividad minera para la salud de la población local han sido estudiadas y debatidas desde finales de los años noventa (Zetina, 2016).

De acuerdo con Zetina (2012), la contaminación del área alrededor de La Zacatecana proviene de tres fuentes, cada una asociada con un periodo de tiempo: la primera es la dispersión de los residuos mineros desde la época virreinal hasta finales del siglo XIX; la segunda se asocia con las actividades de las empresas mineras que, durante todo el siglo XX, dragaron las tierras en el lecho de la presa para explotar los depósitos de oro, plata y mercurio, dejando sobre las tierras cultivables residuos de metales pesados; y la tercera es la llegada de aguas negras no tratadas de la ZCZG, que, si bien ha sido una fuente de contaminación desde la fundación de la ciudad, no fue hasta la segunda mitad del siglo XX que empezó a crecer rápidamente en volumen y toxicidad.

Laguna de la Zacatecana



Fotografía: Jorge Cuauhtémoc Martínez Huerta y Juan Gerardo Rivera para el SPIR Zacatecas.

Según Vélez Ramírez (2018), todas las aguas negras de la ZCGZ se expulsaban al medioambiente sin tratamiento hasta 1992, cuando JIAPAZ puso en operación El Orito, una planta de tratamiento de aguas residuales (PTAR) ubicada al suroeste de la ciudad. En un principio, esta PTAR trataba 40 litros por segundo (l/s) de aguas residuales, lo que representaba 20% de las aguas negras de la ciudad de Zacatecas; pero, debido a una serie de problemas técnicos, pronto se redujo a solo 12 l/s (Vélez, 2018). En 2009, se hizo una reingeniería en El Orito para cambiar el proceso de biodiscos a un sistema de lodos activados, aumentando al mismo tiempo su capacidad de tratamiento a 110 l/s.

En los siguientes años, se pusieron en operación cuatro PTAR adicionales alrededor de la ZCGZ para aumentar la capacidad instalada y tratar hasta 100% de las aguas residuales de la zona conurbada: la Planta Morelos, en la

cabecera municipal de Morelos, en 2009, con una capacidad instalada de 19 l/s; la Planta Poniente, en 2012, en la comunidad Noria de los Gringos, también en el municipio de Morelos, con una capacidad instalada de 160 l/s; La Coruña, en el fraccionamiento Villas de la Coruña, en el municipio de Guadalupe, con capacidad para tratar 5 l/s de aguas residuales a partir de 2013; y, finalmente, en 2014, Osiris, en la colonia del mismo nombre, también en el municipio de Guadalupe, con una capacidad instalada de 600 l/s (Vélez, 2018; Conagua, 2023). Sin embargo, en la actualidad, estas PTAR solo operan a 79% de su capacidad instalada.¹⁹

La contaminación por aguas residuales municipales es aún más preocupante en otras partes de la región centro de Zacatecas y a nivel estatal. Según un reporte periodístico reciente, en el municipio de Fresnillo, el «problema de salud pública y ecológico está latente en 17 localidades y la cabecera municipal a causa del mal manejo de las aguas residuales que dejó tras sí el abandono de 19 plantas tratadoras, actualmente inoperantes» (León, 2025). Estas PTAR son relativamente pequeñas, cada una con la capacidad de tratar menos de 6 l/s (Rivera y Vázquez-González, 2014). El problema es que se construyen con financiamiento federal y estatal, con el objetivo de mejorar los indicadores cuantitativos sobre el tratamiento de aguas residuales, pero se entregan a los municipios sin capacidad financiera o técnica para operarlas. De esta manera, a nivel estatal, «solo 53% de las plantas opera; el resto presenta problemas diversos que muestran la incapacidad municipal para

¹⁹ Cálculos propios con base en los datos de Conagua (2023).

paliar los problemas de tratamiento» (Rivera, Chávez y Rivera, 2018:113). Actualmente, en la región centro de Zacatecas, la Conagua (2023) registra 16 PTAR con una capacidad instalada total de mil 450.2 l/s, operando para tratar solo mil 97.4 l/s.²⁰

Los basureros y los escurrimientos de agroquímicos son otras fuentes antropogénicas de contaminación de aguas subterráneas en la región centro del estado de Zacatecas y más allá. Sin embargo, estos fenómenos han sido poco estudiados. Hace una década, Esparza Flores reportó que, en el estado de Zacatecas, «se generan anualmente alrededor de 370 mil toneladas de residuos sólidos, de los cuales 56% se concentran en la zona metropolitana Zacatecas-Guadalupe» (2015:13), observando que éstos están «depositados inadecuadamente en lugares fértiles o en pequeños ecosistemas que son destruidos o alterados en su funcionamiento». Ruiz Aguilar cita información oficial del Gobierno del Estado de Zacatecas para afirmar que solo tres de los 63 rellenos sanitarios a nivel estatal cumplen con la Norma Ambiental 083, y que por lo general estos sitios padecen problemas «de lixiviación, desatención a los registros y falta de estrategias internas de separación de residuos» (2023:93). Asimismo, en una revisión sistemática de la información disponible al respecto, Hernández-Ramírez y sus colaboradores observan un «incremento de residuos sólidos urbanos de forma alarmante», con el efecto de «contaminación de agua, suelo y sus correspondientes enfermedades en humanos» (2022:75). Los mismos autores observan que el uso excesivo de agroquímicos ha

²⁰ Cálculos propios con base en los datos de Conagua (2023).

contribuido a la contaminación de ecosistemas, no solo a nivel regional, sino también nacional (Hernández-Ramírez *et al.*, 2022). En consonancia con nuestro enfoque en el sector agrícola, cerramos esta sección con la afirmación de que esta última problemática puede ser superada con la adopción sistemática de prácticas agroecológicas, de acuerdo con las alternativas esbozadas en el capítulo 6.

Huella hídrica y flujos de agua virtual en la agricultura de riego

Dado que la agricultura es el mayor usuario de agua subterránea en Zacatecas, representa un sector estratégico en la gestión hídrica estatal. En particular, la región de estudio es relevante porque forma parte del corredor con la crisis hídrica más grave de la entidad. Su configuración hidrosocial refleja las relaciones materiales y de poder que han ido tejiendo la dinámica y el discurso en torno a los usos del agua. Se trata de una región en la que confluyen diferentes problemáticas que han profundizado la conflictividad en la gestión hídrica, como la presencia de megaindustrias altamente demandantes de agua y con prácticas e información opacas en su administración, así como una población urbana creciente que exige mayores volúmenes del recurso, mientras los sistemas de abasto pierden entre 40% y 60% por fugas en su inequitativo proceso de distribución, debido principalmente al deterioro de la infraestructura en las redes de abastecimiento y, en menor medida, a la existencia de tomas clandestinas (Rivera y Aguilar, 2015). La propia JIAPAZ reconoce pérdidas promedio de 50%, distribuidas en tres conceptos: agua no cobrada, pérdidas físicas en

las redes de distribución y pérdidas en las líneas de conducción (Rivera y Aguilar, 2015).

No obstante, en los nueve municipios de la región centro de Zacatecas, con los que se trabaja en este capítulo, la industria y el sector público-urbano concentran menores volúmenes concesionados que el sector agrícola: 14 millones 116 mil 45 m³ y 47 millones 616 mil 750 m³, respectivamente. En contraste, la agricultura concentra 86% del agua concesionada, equivalente a 398 millones 587 mil 271 m³, lo que la posiciona, por mucho, como el principal usuario del recurso.²¹ Por tanto, de acuerdo con nuestra propuesta, debería ser también el sector con mayor participación en una estrategia integral orientada al ahorro y a la disminución de la demanda hídrica.

En las últimas cuatro décadas, la superficie irrigada en el estado se ha duplicado con creces. Como se mencionó en el capítulo 2, en 1980 existían apenas 90 mil 253 hectáreas; para 1992 sumaban ya 163 mil (Gobierno del Estado de Zacatecas, 1992) y en 2022 la cifra aumentó a 210 mil 598 hectáreas (INEGI, 2022). Pese a la ampliación de la frontera agrícola, en 2023 la aportación de este sector al PIB estatal fue de apenas 6.7% (INEGI, 2024b) y generó cerca de 10% del empleo estatal (INIFAP, 2023), aunque con una disminución progresiva en su contribución al ingreso rural total (Corona, 2016), debido al crecimiento de los ingresos no agrícolas que coexisten en los hogares.

Como en otros lugares del mundo, el agua subterránea sostiene las socioeconomías rurales y urbanas de la región, pues se trata de fuentes confiables, menos susceptibles a la

²¹ Cálculos propios con base en los datos de Repda.

contaminación antrópica y a las variaciones ambientales (Shah *et al.*, 2003; Hoogesteger y Wester, 2018; Cerón *et al.*, 2021). Dada su invisibilidad se ha subestimado la intensificación en su uso derivada de la expansión agrícola, así como los efectos socioambientales que implica en el mediano y largo plazo. Por tanto, la problemática puede agudizarse debido a las sequías cada vez más recurrentes e intensas, lo que genera una mayor dependencia del agua subterránea para garantizar la viabilidad de los cultivos, sobre todo de aquellos destinados a la exportación y producidos bajo términos contractuales específicos.

Predio destinado al cultivo intensivo de tomate y chile verde en San José de Lourdes, Fresnillo, antes y después de la siembra



Fotografías: archivo personal.

Con el propósito de aportar al análisis sobre el uso y la concentración del agua en la región centro, en este capítulo presentamos un estudio de la huella hídrica de los principales cultivos bajo modalidad de riego, así como un ejercicio de rastreo de los flujos de agua subterránea a lo largo de los canales de comercialización de dichos cultivos. El objetivo es examinar las lógicas productivas que predominan y cómo el fomento de ciertos cultivos puede generar dinámicas agroextractivistas e hidroextractivistas que, a su vez, implican un mayor traslado de agua hacia otras regiones. Esto, en un contexto de estrés hídrico como el que enfrenta el centro de la entidad, resulta paradójico y problemático en términos socioecológicos.

Producción de chile verde con uso de acolchado y riego por goteo en la región centro de Zacatecas



Fotografía: archivo personal.

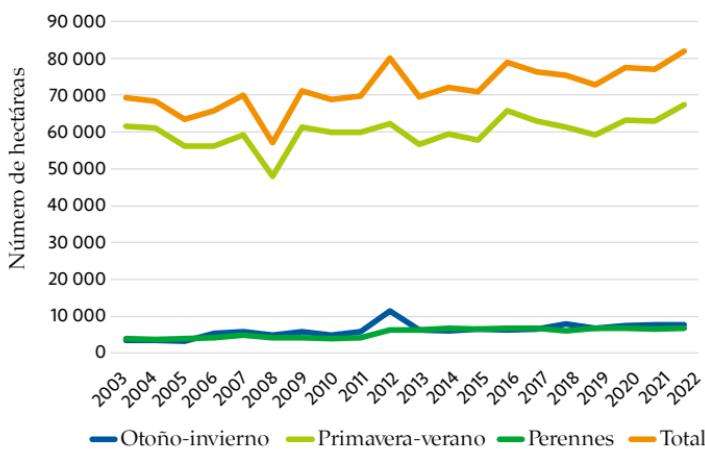
En Zacatecas, como en el resto del país, la agricultura de pequeña escala ha ido perdiendo relevancia de manera paulatina, mientras que se ha impulsado con fuerza la producción de cultivos de exportación por parte de grandes y medianos productores. Como vimos en el capítulo 2, desde inicios de los años ochenta, en el marco del neoliberalismo, se ha promovido la reconversión hacia cultivos exportables. Este impulso estuvo acompañado, en el plano discursivo, por la urgencia de utilizar de manera más eficiente los recursos hídricos. Más tarde, la necesidad de promover cultivos menos demandantes de agua comenzó a ocupar un lugar central en el discurso oficial, aunque al mismo tiempo se continuó fortaleciendo la producción intensiva en las unidades de riego.

Hasta ahora, la principal estrategia para incrementar la rentabilidad y optimizar el uso del agua ha sido el equipamiento y la tecnificación de los sistemas de riego. En el polígono de estudio, el riego por goteo se ha consolidado como el sistema predominante. Sin embargo, esto no ha generado ahorros significativos de agua, como sostiene el paradigma de la tecnificación. Diversos estudios han demostrado que, aunque la tecnificación permite un uso más eficiente del recurso en términos cuantitativos, no produce un ahorro real, sino que favorece la expansión de la frontera agrícola, en concordancia con la paradoja de Jevons (Robbins, Hintz y Moore, 2010; Larsimont, 2014), como se muestra en la siguiente gráfica.

La gráfica 1 muestra un incremento lento pero sostenido en el número de hectáreas irrigadas, siguiendo la lógica de las dos décadas anteriores, incluso considerando la presencia de variables relevantes en la región, como

la migración y el acecho del crimen organizado, que en años recientes han provocado que algunas tierras dejen de cultivarse.

GRÁFICA 1. Número de hectáreas sembradas bajo modalidad de riego y por ciclo agrícola en los nueve municipios en el centro de Zacatecas, 2003-2022



Fuente: elaboración propia con datos de Siacon.

En trabajo de campo realizado en el ejido El Orito,²² dos productores de frijol, chile y avena forrajera comentaron que habían tecnificado porque querían regar más tierras que habían rentado. A pregunta expresa de su posible interés en el ahorro de agua, uno de ellos comentó que seguro ésta se terminaría porque cada vez «salía con menos presión», así que preferían aprovecharlo ahora que todavía había.

²² Entrevista realizada el 9 de julio de 2025.

Este testimonio revela la lógica bajo la cual producen muchos medianos y grandes agricultores que rentan tierras o trabajan «a partes».²³ Como se ha señalado en capítulos previos, las capacidades técnicas y financieras de la Conagua se ven rebasadas por el número de pozos existentes y no se conocen con precisión los volúmenes reales extraídos, ya que algunos usuarios exceden discrecionalmente los volúmenes concesionados.

Producción de chile mirasol
en el ejido El Orito, Zacatecas



Fotografía: archivo personal.

Bajo esta configuración, la huella hídrica permite estimar la cantidad de agua que sostiene estos procesos expansivos. Su cálculo indica el volumen anual de agua dulce necesario para la producción de un bien, producto,

²³ Un acuerdo en el que no existe una renta, sino que se establecen porcentajes para repartir la cosecha entre el dueño de la tierra y quien lleva a cabo el proceso productivo, de manera similar al sistema de aparcerías.

mercancía o servicio. El término fue acuñado en 1993 por Anthony Allan (Peniche y Ávila, 2012) y constituye un análisis complejo y susceptible de inexactitudes dadas las condiciones cambiantes de los sistemas sionaturales. Por ello, es conveniente acompañarlo de un estudio riguroso de la configuración hidrosocial, como se ha hecho en los capítulos previos.

En la agricultura, a diferencia del término «uso consumtivo» preexistente en las ciencias agropecuarias, el concepto de agua virtual incorpora la idea de que el recurso hídrico aplicado en cada cultivo no puede ser utilizado con otros fines, de acuerdo con los límites biofísicos del proceso de producción social (Peniche y Ávila, 2012). Por lo tanto, su cálculo se considera un indicador clave de sustentabilidad, especialmente en sistemas extractivistas de exportación agrícola, pues se trata de un modelo que demanda altos insumos externos, entre ellos grandes volúmenes de agua.

De acuerdo con su procedencia, la huella hídrica puede clasificarse en azul o verde. Se habla de agua azul cuando los volúmenes se extraen de fuentes superficiales y subterráneas; en esta categoría entra la agricultura de riego. En cambio, la huella hídrica verde corresponde al agua almacenada como humedad en el suelo, es decir, a la agricultura de temporal (Chapagain y Hoekstra, 2004). Otros autores también consideran la huella gris, entendida como el agua necesaria para diluir los contaminantes generados durante el proceso productivo y a lo largo de la cadena de producción del bien analizado (Vos e Hinojosa, 2016). En este trabajo nos concentraremos en el agua azul y, en particular, en aquella proveniente de fuentes subterráneas,

ya que 92.4% del agua utilizada en los sistemas de irrigación de la región proviene de dicha fuente.

El cálculo de la huella hídrica se realizó considerando los principales cultivos bajo modalidad de riego en los nueve municipios analizados, diferenciados de acuerdo con el ciclo productivo: ajo, avena, cebada grano, cebolla, chile, frijol, maíz forrajero, maíz grano, papa, tomate y zanahoria en el ciclo primavera-verano (PV). En el ciclo otoño-invierno (OI), los cultivos analizados fueron el ajo, la avena, la cebada grano, la cebolla y la zanahoria. Y, respecto a los cultivos perennes, trabajamos con alfalfa verde, durazno, manzana y uva.

Producción de ajo. La Escondida, Zacatecas



Fotografía: archivo personal.

La determinación de estos cultivos se hizo con base en la información disponible en la plataforma del Siacon, del año 2003 al 2022. Mientras que, para la estimación de agua virtual asociada a cada cultivo, se consultó el trabajo de

Chapagain y Hoekstra (2004),²⁴ de acuerdo con el Apéndice xv de su investigación *Huella hídrica de las naciones*, que forma parte de la Serie de informes de investigación sobre el valor del agua, auspiciado por el Instituto de Educación del Agua de la UNESCO (IHE, por sus siglas en inglés) y el Instituto Nacional de Salud Pública y Medio Ambiente de Países Bajos.²⁵

Conforme a los datos consultados y estimados, durante el ciclo anual 2003 —PV, OI y cultivos perennes— el agua empleada en la producción de los cultivos analizados fue de 365 millones 714 mil 139 m³, mientras que para el año 2022, el volumen canalizado a los mismos cultivos casi se duplicó, llegando a 654 millones 386 mil 332 m³.²⁶ Si bien, la frontera agrícola se ha extendido, este cambio se explica mejor por la reconfiguración de los cultivos tradicionales hacia aquellos que responden a las lógicas del mercado e implican procesos de producción más intensivos, especialmente en lo referente al uso del agua, lo que contradice el discurso oficial, pues no existen intervenciones o incentivos para una reconversión hacia cultivos hídricamente

²⁴ Recurrimos a las estimaciones de Chapagain y Hoekstra (2004) por ser uno de los trabajos más completos disponibles. Y si bien las condiciones hidrometeorológicas pueden incidir en esos cálculos, se trata de estimaciones confiables que suplen la falta de datos y análisis técnicos a nivel estatal y regional.

²⁵ Las estimaciones de los requerimientos de agua por cultivo se calcularon con base en el modelo CropWat de la FAO. Para mayor información, puede consultarse Hoekstra y Hung (2002). En México, el método utilizado por la Conagua consiste en multiplicar el requerimiento de agua del cultivo (RAC) por la superficie sembrada.

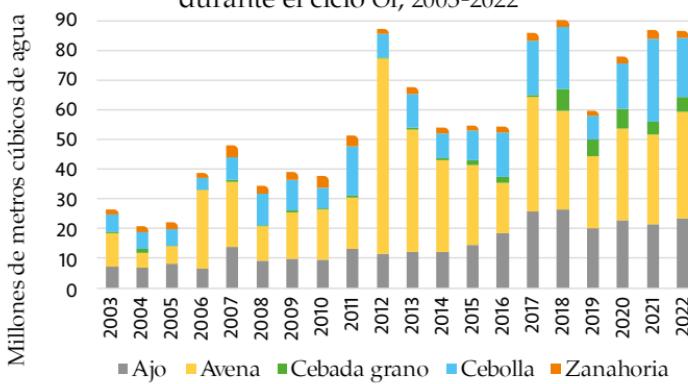
²⁶ Cálculos propios con base en la información disponible en Siacon y las estimaciones de Chapagain y Hoekstra (2004) sobre el agua virtual contenida en cada cultivo.

menos demandantes. Las siguientes gráficas muestran las estimaciones realizadas en metros cúbicos por año y ciclo productivo en la región centro, de 2003 a 2022.

Anteriormente los cultivos del ciclo OI estaban más orientados a la producción de forrajes para el autoconsumo, destacando el maíz, la avena y la cebada. Ahora, incluso durante este ciclo la producción de cultivos tiene una connotación más comercial, lo que dificulta la recuperación de la tierra e incluso la rotación cíclica de ellos. La gráfica 2 muestra que los cinco cultivos analizados han expandido su producción; sin embargo, cultivos como el ajo, la avena y la cebolla han cobrado relevancia, mientras que la cebada comienza a considerarse durante este ciclo a partir de 2013, coincidiendo con el periodo que tuvo mayor impulso la estrategia público-privada impulsada por Grupo Modelo y los gobiernos estatal y federal para la reconversión productiva y el abastecimiento a la cervecera.

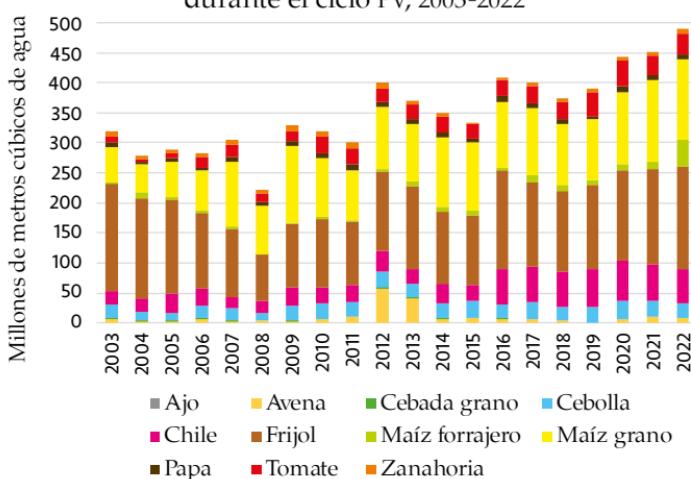
Como se puede apreciar en la gráfica 3, el ciclo PV ha tenido un comportamiento similar. De acuerdo con el cálculo de la huella hídrica, durante el ciclo PV que es el más importante para los agricultores, se observa un cambio en la configuración de los cultivos. Por ejemplo, ahora es más común encontrar maíz amarillo, que no es apto para consumo humano, así como un crecimiento en cultivos como el chile y el tomate, que tienen alta demanda en el mercado y que requieren grandes volúmenes de agua. Igual que en el resto de los análisis, se aprecia un despunte en la producción durante los años 2012 y 2013. Este comportamiento obedeció a la convergencia de condiciones climáticas favorables, mayor apoyo gubernamental a través de programas de tecnificación y acompañamiento

GRÁFICA 2. Huella hídrica de los principales cultivos en la región centro de Zacatecas bajo modalidad de riego durante el ciclo OI, 2003-2022



Fuente: elaboración propia con base en los datos de Siacon y Chapagain y Hoekstra (2004).

GRÁFICA 3. Huella hídrica de los principales cultivos en la región centro de Zacatecas bajo modalidad de riego durante el ciclo PV, 2003-2022

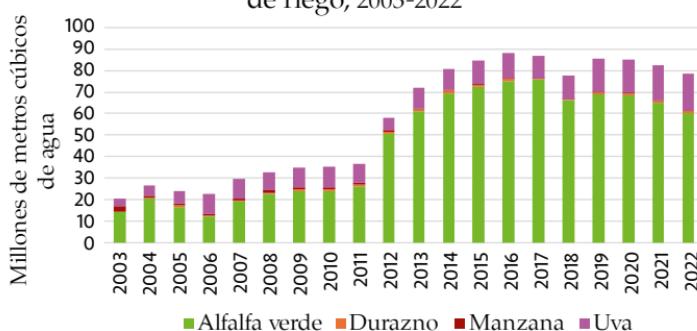


Fuente: elaboración propia con base en los datos de Siacon y Chapagain y Hoekstra (2004).

técnico, así como un aumento en la demanda de ciertos alimentos. Durante este periodo también comenzaron a disminuir los costos de la cintilla, lo que permitió que más agricultores implementaran sistemas de riego por goteo y extendieran paulatinamente la superficie irrigada.

Finalmente, se presenta el cálculo correspondiente a la producción de cultivos perennes. A diferencia de los ciclos OI y PV, la superficie de cultivos perennes irrigada, aunque sigue siendo menor, prácticamente se cuadriplicó durante el periodo de análisis, con un despunte importante en el año 2013. La gráfica 4 muestra cómo el agua empleada en la producción de alfalfa verde ha crecido de manera significativa, en gran parte como resultado del crecimiento ganadero —especialmente el sector lechero— en los Altos de Jalisco, un destino importante para una buena parte de este cultivo.

GRÁFICA 4. Huella hídrica anual de los principales cultivos perennes en la región centro de Zacatecas, bajo modalidad de riego, 2003-2022



Fuente: elaboración propia con base en los datos de Siacon y Chapagain y Hoekstra (2004).

Ahora, una vez que estimamos la huella hídrica, llevamos a cabo un análisis de los flujos de agua correspondientes, es decir, un seguimiento que permitiera identificar cuáles son los principales mercados a los que se destina la producción analizada, o en otras palabras, hacia dónde se dirige el agua virtual a través de esos alimentos. Como se explica enseguida, aunque, a diferencia de gran parte de la entidad, la región centro ha experimentado una mayor diversificación productiva de acuerdo con las tendencias del mercado mundial y bajo un régimen de acumulación flexible (McMichael, 2015), la agroindustria ubicada en la región no ha logrado consolidarse en el mercado internacional.

MAPA 2. Flujos de agua de los principales cultivos de la región centro en Zacatecas



Fuente: elaboración propia con base en información del Siacon y el SNIIM.

Con fundamento en la investigación realizada, una vez que obtuvimos de Siacon la información para determinar los principales cultivos que existen, consultamos los principales mercados, con base en el seguimiento que la Secretaría de Economía lleva a cabo a través del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM). Así, encontramos que la producción abastece mayoritariamente y en lo formal, el mercado nacional, y los principales destinos son: Ciudad de México, Estado de México, Jalisco, Guanajuato, Puebla, Querétaro, Sinaloa, Aguascalientes y Nuevo León. Y de manera indirecta, es decir, a través de intermediarios y bajo marcas distintas, se exportan los bienes agrícolas producidos en Zacatecas, principalmente a Estados Unidos. Durante el trabajo de campo se observó que una parte de la producción zacatecana llega a estados como Jalisco, Guanajuato y Sinaloa para posteriormente ser exportada bajo otro sello agroindustrial.

Esta dinámica puede considerarse una forma de agroextractivismo, de acuerdo con el abordaje teórico propuesto en el capítulo 1. Aunque no se trata de exportaciones directas, como lo plantea Gudynas (2010), sí implica procesos productivos socioecológicamente destructivos que tienden a intensificarse y que no compensan los pasivos ambientales y sociales generados a lo largo del tiempo. Como señala Acosta (2016), el extractivismo es un concepto que ayuda a explicar el saqueo, la acumulación, la concentración y la devastación (neo)colonial en economías frágiles y dependientes. Así, mientras que en regiones como el centro de Zacatecas los agricultores reciben una mínima parte de los beneficios económicos, la mayor proporción se queda en manos de grandes intermediarios,

cuyos capitales con frecuencia se encuentran fuera del país (Acosta, 2016). En este sentido, aunque los datos del Censo Agropecuario 2022 muestran que el estado ha tenido un avance notable en la tecnificación de la agricultura, los procesos de certificación y valor agregado no han tenido un avance similar. Algunos testimonios de productores entrevistados refieren los altos costos de las certificaciones, así como el cumplimiento de requisitos y procesos productivos más estrictos y supervisados, que incrementan sus costos de producción y constituyen los principales desincentivos para lograr la exportación directa.

Por lo tanto, aunque México forma parte de 11 tratados comerciales, 28 Acuerdos para la Promoción y Protección Recíproca de las Inversiones (APPRIS) y nueve Acuerdos de Complementación Económica y de Alcance Parcial que facilitan el intercambio de productos agroalimentarios y pesqueros, establecidos con el propósito de contribuir al fortalecimiento de la integración y la competitividad del país, son pocos los productores que se benefician de dichos instrumentos. A fin de cuentas, producir bienes exportables, en la cantidad y con las características demandadas por el mercado mundial, no es una tarea sencilla ni de costos menores. Por tanto, estos acuerdos terminan favoreciendo a los grandes capitales y contribuyendo a la concentración de la riqueza.

Los fallidos intentos de integración comercial con los países del norte, especialmente con el principal socio de México, Estados Unidos, ponen en evidencia la debilidad y la flexibilidad legal que prevalecen en la región. Los recientes cambios anunciados por el gobierno estadounidense en los términos de intercambio reflejan la fragilidad de la relación

bilateral y del sector primario, pese a la riqueza natural y al potencial productivo del país. Todo ello es consecuencia del abandono histórico del mercado interno, lo que coloca a México en una situación particularmente vulnerable.

En este sentido, los términos de intercambio son relevantes porque establecen las condiciones bajo las cuales un país o región puede integrarse a los mercados globales y definen el tipo de producción que se llevará a cabo en cada territorio. Si se exportan productos intensivos en agua, en realidad se está exportando agua en forma virtual y, en muchos casos, dicha exportación está incluso subvencionada por los propios Estados en beneficio de la agroindustria, a través de políticas agrícolas, precios de garantía y regulaciones de mercado que, como sugieren Hoogesteger y Wester (2018), determinan quién se beneficia, quién queda rezagado y qué tipo de procesos productivos se desarrollarán.

En algunas entrevistas, los productores señalaron que desde hace algunos años han percibido un descenso lento pero sostenido en sus niveles de bombeo, lo que implica mayores costos por el uso de energía eléctrica, la adquisición de nuevos equipos e incluso el cierre de algunos pozos y la apertura de otros como reemplazo, en busca de un mayor caudal. Un productor de Pánuco comentó que para él ya era mejor sembrar bajo temporal porque ya no era «negocio» pagar la electricidad y porque una parte importante de su cosecha fue robada por el crimen organizado. Por ello, desde hace tres años decidió sembrar frijol en lugar de chile y usar el agua únicamente para riegos de apoyo cuando fuera necesario. En este contexto, expresó su temor de que Conagua pudiera cancelar su

concesión por no estar utilizando el recurso, lo que resulta contradictorio y desincentiva el ahorro de agua.

Un caso similar se observó en la comunidad de San José de Lourdes, Fresnillo. Un productor de chile y jitomate que nos permitió realizar trabajo de campo en su rancho comentó que, debido a los altos costos de electricidad y al acoso del crimen organizado, el dueño de las parcelas contiguas a su propiedad había decidido vender su tierra e irse a vivir a Estados Unidos. Él decidió comprarlas y planeaba extender el riego a las nuevas parcelas, pero, para su sorpresa, junto con ellas el vendedor le otorgó también la concesión que tenía en desuso y que pudo actualizar sin problema, lo que le permitió perforar un nuevo pozo con mayor caudal.

Así, por un lado, algunos productores desisten debido a los altos costos que implica el descenso en los niveles de bombeo, el incremento en el precio de los insumos, las dificultades para comercializar y la inseguridad como factores principales (INEGI, 2022). Por otro lado, otros encuentran en estos fenómenos la oportunidad de intensificar sus procesos productivos. Como se ha mostrado, dado que el acceso y uso del agua están fuertemente vinculados a la tecnología, los actores con mayor poder económico lograrán, con el tiempo, seguir extrayéndola incluso de mayores profundidades, lo que los diferenciará de aquellos ejidatarios o agricultores que no podrán costear el abatimiento de sus pozos, un problema que ya comienza a manifestarse (Wester, Sandoval-Minero y Hoogesteger, 2011; Sánchez, Hatch-Kuri y Luna, 2019).

Estos procesos muestran cómo la política hidrológica en México ha gestionado el agua como un insumo gratuito

para los cultivos de exportación bajo una lógica meramente economicista (Peniche y Ávila, 2012). Este manejo se aleja del objetivo de lograr un desarrollo sustentable en beneficio de los seres humanos y de su medio social y económico, sin comprometer los ecosistemas vitales, como se estipula en el artículo 3º, fracciones XXVIII y XXIX de la LAN. Además, aunque la gratuidad del agua y los subsidios otorgados a la agricultura de riego pudieran representar una ventaja competitiva para la región, esta suele ser cooptada y capitalizada por intermediarios y comercializadores al fijar los precios de los productos en los mercados globales. En dichos mercados, la especulación desempeña un papel cada vez más relevante en la configuración del comercio mundial. Los productores no solo deben resistir las nuevas condiciones de producción y la competencia con la agroindustria, sino que también enfrentan la incertidumbre de los precios de la cosecha (Acosta, 2010).

Como ejemplo, en el caso de la producción de cebada para la industria cervecera, los productores zacatecanos no tienen una incidencia real en la fijación de los precios ni cuentan con canales alternativos para su comercialización. Bajo este tipo de acuerdos contractuales inequitativos —que se repiten con otras empresas—, la industria puede optar por importar cebada cuando resulta más económico que adquirirla a los productores locales, aun cuando exista un acuerdo previo, pues este no es vinculante para la compañía. Así ocurrió en 2023, cuando los cebaderos no solo enfrentaron las consecuencias adversas de la fuerte sequía que afectó a la entidad, sino también la dificultad de que la Compañía Cervecería de Zacatecas comprara su producción.

Estas lógicas profundizan la diferenciación entre regiones y países: mientras los ricos se convierten en grandes productores y exportadores a escala mundial, los pobres asumen el papel de suministradores de cultivos flexibles a precios bajos y de consumidores de excedentes (Peniche y Ávila, 2012). Además, quienes tienen menores ingresos destinan una mayor proporción de ellos a la compra de alimentos. En 2022, 16.6% de la población zacatecana —es decir, más de 270 mil personas— presentó carencias en el acceso a una alimentación nutritiva y de calidad, con mayor incidencia en las zonas rurales (Coneval, 2022).

No es de extrañar, entonces, que la exportación virtual de agua haya crecido aceleradamente en las últimas décadas debido a cinco factores principales: *a*) el creciente poder adquisitivo en regiones específicas del mundo y los cambios en las dietas de numerosos consumidores en los mercados emergentes; *b*) la ampliación de los acuerdos de libre comercio; *c*) el aumento de la financiación internacional para la agricultura de exportación; *d*) las políticas nacionales de fomento a la exportación; y *e*) la integración de los agricultores a las cadenas de valor global (Vos e Hinojosa, 2016). Todos estos factores están presentes en la región de estudio, aunque destaca la incidencia del fomento a determinados cultivos que buscan, precisamente, la integración en dichas cadenas de valor.

En este sentido, la economía política de las cadenas de productos básicos y las políticas de aguas subterráneas constituyen otras fuerzas que inciden en el acceso al recurso (Hoogesteger y Wester, 2018). En los municipios de estudio, estas fuerzas se materializan, por ejemplo, de manera directa a través de los grandes agroempresarios,

quienes pueden —mediante la compra y renta de tierras— acceder a mayores volúmenes de agua y emplearlos en cultivos más rentables e intensivos. Asimismo, en años más recientes, estos mismos actores agrícolas han incrementado su consumo de agua mediante procesos indirectos; por ejemplo, a través de la producción de cultivos con mayores requerimientos hídricos destinados a abastecer a una industria en particular, como en el caso de los forrajes que atienden principalmente a la creciente industria ganadera del vecino estado de Jalisco. Una forma indirecta de acaparar el agua subterránea ha sido mediante el control total de los procesos de producción, que incluyen semillas, paquetes tecnológicos y canales de comercialización, como ocurre con la producción de cebada para la Compañía Cervecería de Zacatecas, abordada con detalle en estudios previos (Muñoz y Tetreault, 2020; Muñoz, 2020; Rodríguez y López, 2022).

Estas correlaciones de fuerzas permiten la existencia de una agricultura intensiva y altamente tecnificada en municipios como Fresnillo, Pánuco, Guadalupe y Calera, en contraste con la agricultura campesina que prevalece en gran parte del estado. De ahí que los distintos usuarios del agua tengan incentivos significativos para intentar establecer un control firme sobre las aguas subterráneas (Hoogesteger y Wester, 2018), así como una narrativa que marca diferencias entre los usuarios de un acuífero y otro, e incluso dentro del mismo acuífero, especialmente cuando se priorizan los usos productivos por encima del derecho humano al agua y de los servicios ecosistémicos. En opinión de Maganda (2008), estas condiciones convierten el acceso al recurso en un sistema complejo en el que

coexisten procesos sociopolíticos y relaciones hegemónicas de poder sobre el territorio y sus recursos.

Producción forrajera bajo modalidad
de riego en Zacatecas



Fotografía: archivo personal.

Con la dinamización de los mercados, especialmente de carácter internacional, no solo se exporta agua virtual, sino que también se conforman territorios suprarregionales en los que instituciones multinacionales buscan mecanismos para imponer normas, reglamentos e influir en la percepción y en los valores relacionados con la gobernanza del agua. En este escenario se ignoran o marginan los valores, imaginarios y conocimientos locales (Vos e Hinojosa, 2016). Es común que los usuarios con mayor consumo hídrico generen incentivos para incidir en la agenda pública e influir en las decisiones que se toman en torno al recurso.

En la región centro de Zacatecas, empresas transnacionales como Anheuser-Busch InBev o algunas compañías mineras que utilizan grandes volúmenes de agua implementan campañas de reforestación, proyectos de recarga de acuíferos y diversos programas sociales y ambientales, sin modificar la intensificación de su consumo, bajo una lógica de *greenwashing* y relaciones públicas. Estas prácticas trasladan al ámbito privado el uso y la gestión del recurso, pero al mismo tiempo concentran las decisiones en torno a él, dejando a un amplio sector de la población excluido de la participación en la política y en la gestión democrática del agua.

En virtud de lo anterior, la huella hídrica es una herramienta que permite comprender y visibilizar los procesos de acaparamiento, concentración y privatización del agua como recurso estratégico, así como reconocer el deterioro socioecológico ya perceptible en la región en fenómenos como el descenso de los niveles de bombeo, la aparición de grandes cárcavas, los hundimientos de tierra y las afectaciones a la calidad del agua. Todo esto constituye, a su vez, una amenaza para la soberanía alimentaria nacional y la sostenibilidad ambiental (Boelens, Cremers y Zwarteveen, 2011). Por ello, resulta necesario replantear el sistema de producción e intercambio que caracteriza a la actual agricultura intensiva en la región centro.

La no factibilidad de la presa Milpillas, insistencia y resistencia

Ante la crisis hídrica analizada en los capítulos anteriores, el Gobierno del Estado de Zacatecas —con el apoyo de la rama ejecutiva del gobierno federal, la Conagua y otros actores gubernamentales y empresariales— ha promovido la construcción de la presa Milpillas. En este capítulo analizamos si este megaproyecto de infraestructura hidráulica puede resolver la crisis hídrica multidimensional que padece la región centro de Zacatecas, caracterizada por la sobreexplotación de los acuíferos, la distribución desigual del agua y su contaminación. Con base en trabajos anteriores —entre los más relevantes, Tetreault (2018), Tetreault y McCulligh (2018), Rodríguez, Uribe y Tetreault (2018), Castro (2019) y Rodríguez Navarro (2024)— sostenemos que el proyecto carece de factibilidad técnica para superar dicha crisis; que la lógica que lo sustenta responde, más bien, a dinámicas político-económicas orientadas a profundizar la mercantilización del agua para el consumo humano; y que, en los términos teórico-conceptuales esbozados en el capítulo 1, se trata de otra forma de hidroextractivismo y de despojo de los bienes comunes que sostienen a las comunidades campesinas directamente afectadas.

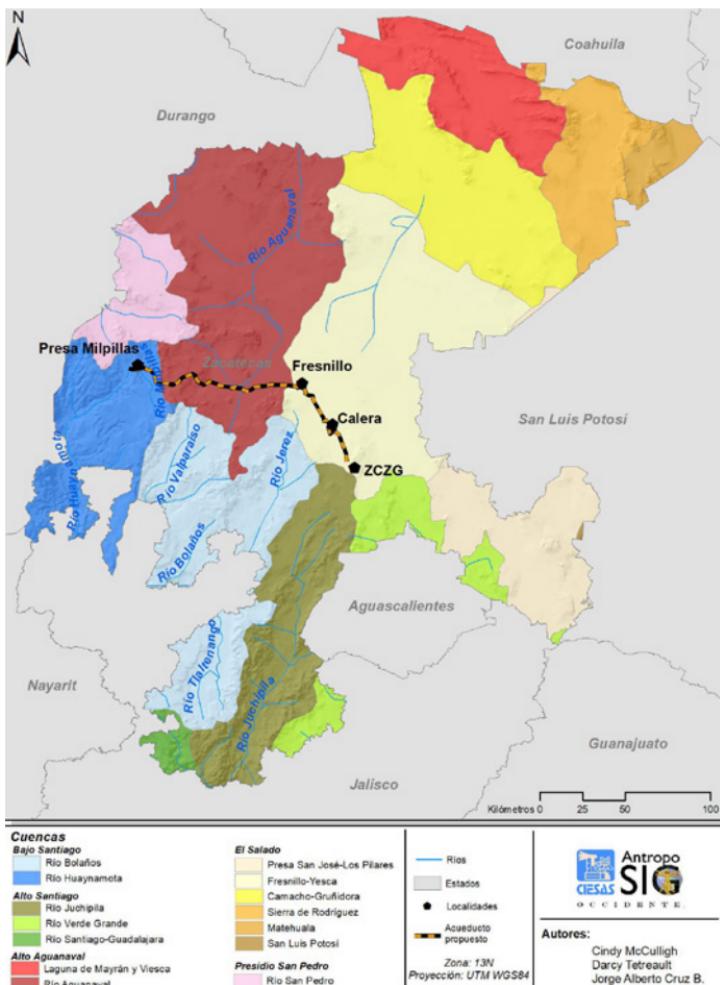
Antes de retomar y profundizar en las críticas en contra del proyecto de la presa Milpillas, conviene abordar algunas consideraciones teóricas sobre el porqué los gobiernos nacionales tienden a promover grandes proyectos de infraestructura hidráulica para enfrentar situaciones de estrés hídrico. Molle y Closas observan que las medidas más efectivas para reducir las tasas de sobreexplotación de acuíferos incluyen: ajustar los precios de la energía, las estructuras tarifarias y los esquemas de incentivos; restringir o prohibir ciertos cultivos sedentos y generar conciencia sobre la problemática. Sin embargo, «los Estados prefieren evitar la implementación de las medidas mencionadas anteriormente, con sus implicaciones económicas y políticas, buscando en cambio formas de aumentar la oferta» (Molle y Closas, 2020:2), incluso a través de la construcción de infraestructura hidráulica para efectuar transferencias intercuenca. Estas formas de aumentar la oferta de agua «han sido aplicadas ampliamente», observan los autores, «aunque con muy poco éxito» (Molle y Closas, 2020:2).

Según Molle y Closas, la preferencia de los gobiernos nacionales por las medidas que buscan aumentar la oferta de agua dimana de diversos factores, entre ellos: *a)* cierta «ceguera hidrológica», como consecuencia de la dificultad de calcular con precisión las tasas de recarga de los acuíferos; *b)* «el dilema de la vigilancia y la aplicación de la ley», mencionada en el capítulo 3, relacionada con la falta de recursos presupuestales, limitaciones legales, fraude, sobornos y corrupción; y *c)* la infame «falta de voluntad política» (Molle y Closas, 2020:3 y 6), debido a los intereses privados de poderosos usuarios del agua subterránea, la creación de clientelas políticas y las prioridades estatales

de realizar crecimiento económico y aumentar el valor de las exportaciones, por ejemplo.

Más allá de estas dificultades logísticas para gestionar los recursos hídricos subterráneos por parte del Estado, las ideologías dominantes y relaciones de poder inciden en la toma de decisiones sobre cuestiones de distribución. Generalmente, no es la falta de agua por sí misma la que genera conflicto, sino la forma en que se administra a partir de un determinado entendimiento de la escasez (Kloster, 2016; Zwarteeven y Boelens, 2011). En este sentido, tanto la escasez como la abundancia son construcciones sociales que dependen de las prioridades asignadas a los diferentes usos del recurso (Damonte y Lynch, 2016). Castro, Kloster y Torregrosa observan que «la «escasez del agua» que frecuentemente se evoca en las explicaciones de la crisis no refleja el hecho de que los volúmenes promedio de agua extraídos y distribuidos diariamente superan con creces las necesidades mínimas de la población» (2004:340-341). Como vimos en los capítulos anteriores, este es el caso en la región centro de Zacatecas, donde la mayor parte del agua subterránea y la de mejor calidad se entrega al sector privado para actividades agrícolas e industriales orientadas a la exportación. En estas circunstancias, los megaproyectos hidráulicos diseñados para incrementar la oferta de agua, concebidos desde la lógica del mercado y del Estado capitalista, tienden a encauzar los flujos hídricos hacia usos y usuarios considerados más productivos (Zwarteeven y Boelens, 2014). Como veremos enseguida, esta lógica sustenta la justificación de la presa Milpillas.

MAPA 3. Ubicación de la presa Milpillas y acueducto hacia la región centro de Zacatecas



Fuente: Tetreault, 2018.

El proyecto Milpillas fue anunciado públicamente el 8 de septiembre de 2015 por el entonces gobernador de Zacatecas, Miguel Alonso Reyes, durante el penúltimo informe

de su administración. Desde entonces, ha sido impulsado por sus sucesores a nivel estatal —los gobernadores Alejandro Tello Cristerna (2016-2021) y David Monreal Ávila (2021 a la fecha)—, así como por los presidentes Andrés Manuel López Obrador (2018-2024) y la actual presidenta Claudia Sheinbaum. Al momento de redactar estas líneas, el proyecto se perfila entre los 16 considerados prioritarios en el Plan Nacional Hídrico 2024-2030 (Gobierno de México, 2024).

Consiste en la construcción de una presa sobre el río Milpillas —conocido localmente como río Atenco— en el municipio de Jiménez del Teul, al oeste del estado de Zacatecas, en los límites con Durango. Según el resolutivo de la Manifestación de Impacto Ambiental (MIA), la cortina de la presa se edificará cinco kilómetros río arriba de la cabecera municipal, en tierras ejidales de Atotonilco. Tendrá una altura de 88.85 metros y una longitud de 307.18 metros, con capacidad para retener 69.88 millones de metros cúbicos de agua en un embalse de 284.4 hectáreas,²⁷ lo que implicará la inundación de tierras ejidales de Atotonilco, El

²⁷ Como observa Castro Soto, en la MIA «hay puras contradicciones en la información» (2019:5) respecto a las dimensiones de la presa Milpillas. En relación con el embalse, la página 96 del estudio de factibilidad señala que cubrirá una superficie de 577.6 hectáreas, mientras que en la página 260 se indica que será de 259.8 hectáreas. Por su parte, el resolutivo —que supuestamente es el documento más definitivo— establece que ocupará 284.4 hectáreas (p. 11). En cuanto al volumen de agua retenida por la presa, Castro Soto destaca lo siguiente: «La capacidad total de almacenamiento será de 69.88 Mm³, pero la capacidad de conservación será de 60.58 Mm³, que incluye la cortina, la obra de toma, el vertedor y la obra de desvío. En otra parte se menciona que el almacenamiento sería de 68 hm³, volumen que equivale a 68 mil millones de litros de agua o a 27 mil 200 albercas olímpicas» (Castro, 2019:6).

Potrero y La Lagunita. A partir de ahí, se proyecta la construcción de un acueducto de 42 pulgadas de diámetro²⁸ y tres plantas de bombeo, con el fin de trasladar el agua a lo largo de 166 kilómetros hasta el corredor entre Fresnillo y la Zona Conurbada de Zacatecas y Guadalupe (ZCG). De este modo, el proyecto prevé desviar mil 300 litros de agua por segundo (equivalente a 41 Mm³/año) desde uno de los municipios con mayor incidencia de pobreza en Zacatecas hacia la región centro,²⁹ la más poblada y relativamente próspera del estado, donde se concentran las actividades industriales y las tierras agrícolas irrigadas.

La MIA de este proyecto se elaboró en 2015 e incluye el estudio de factibilidad (542 páginas), el resolutivo (77 páginas) y un resumen ejecutivo (44 páginas).³⁰ En el primer

²⁸ Nuevamente se presentan inconsistencias en las dimensiones de la infraestructura: tanto el estudio de factibilidad como el resolutivo señalan que el acueducto tendrá un diámetro de 42 pulgadas, equivalentes a 106.68 centímetros, mientras que en el resumen ejecutivo se indica que será de 40 y 36 pulgadas (p. 11).

²⁹ Según Coneval (2020), Jiménez del Teul es el tercer municipio de Zacatecas con mayor porcentaje de población en situación de pobreza (82.7%) y el que registra el porcentaje más alto de población en pobreza extrema (35.1%).

³⁰ A finales de septiembre de 2025 obtuvimos una copia electrónica de un nuevo Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la presa Milpillas, patrocinado por el Gobierno del Estado de Zacatecas. Este documento, de 445 páginas, contempla la misma infraestructura, en la misma ubicación y con las mismas dimensiones que la MIA anterior, salvo algunas excepciones: por ejemplo, ya no incluye una planta de potabilización y especifica por primera vez la longitud de la corona de la cortina (307.18 m). El nuevo EIA no sostiene, como lo hacía la MIA original, que el proyecto permitirá la recuperación de los acuíferos en la región centro del estado; se limita a señalar, de manera ambigua, que «permite atender el abatimiento de los acuíferos» (p. 169), sin precisar en qué medida se lograría esto. Tampoco presenta una estimación de los escurrimientos medios mensuales en el río Milpillas, ni indica cuál

documento se estima que el costo de construcción asciende a 3 mil 214 millones 824 mil 289 pesos, considerando el acueducto, la obra de toma, la cortina y el vertedor (p. 17). Aunque se menciona la necesidad de edificar tres plantas de bombeo para elevar el agua una distancia neta de 318 metros,³¹ su costo no se incluye en dicho cálculo. Tampoco contempla el costo de construir una planta potabilizadora, a pesar de que ésta se menciona en varias secciones del documento. La energía requerida para bombear el agua más de trescientos metros en vertical, a una tasa de mil 300 l/s, debe ser enorme; sin embargo, en ninguna parte de la MIA se hace este cálculo. Por otra parte, el estudio de factibilidad presenta estimaciones para los costos de operación de la infraestructura (4.65 pesos/m³), de potabilización (0.35 pesos/m³) y de mantenimiento (1.00 pesos/m³), sin detallar el método empleado para obtener dichas cifras. Cabe señalar que, para el año 2025, la estimación del

será el caudal ecológico, y omite por completo una evaluación de los impactos socioeconómicos más relevantes del proyecto, derivados de la extracción de 41 Mm³/año de una cuenca. El documento señala que el costo del proyecto será de 8 mil 899 millones 601 mil 256 pesos, pero no incluye una estimación del costo de operación de la presa, ni siquiera un cálculo de la distancia vertical neta que tendría que recorrer el agua para ser elevada, mucho menos una estimación de la energía requerida. En su análisis de alternativas, solo contempla tres escenarios posibles: 1. construir la presa; 2. no construirla, y 3. construirla con algunas medidas paliativas para proteger la flora y la fauna en la zona de afectación. En suma, el nuevo EIA presenta el mismo proyecto, sin aportar nada sustancialmente diferente.

³¹ En la página 24 del estudio de factibilidad se presenta una figura que indica que la diferencia altitudinal entre la planta de bombeo ubicada en la cortina de la presa y la ciudad de Zacatecas es de aproximadamente 490 metros. Sin embargo, en la página 169 se señala que dicha diferencia es de solo 318 metros.

costo de construcción del proyecto había aumentado a 8 mil 899 millones 601 mil 256 pesos, es decir, casi tres veces más que la cifra original.³²

El estudio de factibilidad para la presa Milpillas justifica el proyecto en términos de su «gran importancia, tanto social como económica, pero principalmente con un carácter eminentemente ambiental» (p. 15). Su importancia social y económica, según dicho estudio, radica en la posibilidad de proporcionar una mayor dotación de agua a los conglomerados urbanos y a las distintas empresas ubicadas en la región centro del estado, consideradas implícitamente como productivas. Esta parte de la justificación se expresa en la página 285 del estudio de factibilidad de la siguiente manera:

La mayor disponibilidad de agua y su trasvase, permitirá disponer un volumen adicional del recurso y ofrecer tandos importantes a las actividades industriales y productivas del Corredor Fresnillo-Zacatecas, cuya respuesta se traducirá en un crecimiento de la generación de empleos, la mayor recaudación por parte del cobro de los volúmenes de agua abastecidos y la recaudación fiscal, favoreciendo la economía estatal y por ende produciendo un mayor desarrollo regional para este importante y prioritario corredor urbano-industrial del Estado de Zacatecas.

Más allá de estos beneficios sociales y económicos esperados, la justificación pone énfasis en los impactos

³² El cálculo del costo del proyecto Milpillas para 2025 se encuentra disponible en *Proyectos México*. Recuperado de <https://www.proyectosmexico.gob.mx>

ambientales del proyecto, principalmente por su supuesta capacidad de revertir la sobreexplotación de los acuíferos en la región centro del estado. Esta parte de la argumentación se repite a lo largo del documento. Por ejemplo, en la página 285 se asevera lo siguiente:

Invariablemente y como un efecto importante del proyecto, pero de gran magnitud e importancia, es la disminución de la presión que existe a los acuíferos de toda la región, lo cual permitirá frenar el abatimiento y paulatinamente establecer un equilibrio entre la recarga y la extracción, donde la agricultura es la responsable de altos volúmenes de consumo para el riego de diferentes cultivos.

De esta manera, los autores del estudio de factibilidad esperan que, después de la vida útil del proyecto —estimada en 50 años—,³³ «los acuíferos que dotan de agua a estas poblaciones, ya hayan recuperado sus niveles freáticos y se encuentren en condiciones satisfactorias para poder abastecer la demanda de agua en ese momento» (p. 29). Sin embargo, como se ha señalado en investigaciones previas (Tetreault, 2018; Tetreault y McCulligh, 2018), en ninguna parte del estudio de factibilidad se presentan cálculos ni evidencia científica que respalde estas aseveraciones. De hecho, como vimos en capítulos anteriores, los cinco acuíferos de la región centro de Zacatecas (Aguanaval, Benito Juárez, Calera, Chupaderos y Guadalupe Bañuelos) registran un déficit conjunto de 262.5 Mm³/año, mientras que el proyecto Milpillas solo promete aumentar la oferta

³³ El EIA que salió en septiembre de 2025 contempla una vida útil de 65 años.

de agua en 41 Mm³/año. Por tanto, dejando de lado las proyecciones del estudio de factibilidad sobre una creciente demanda de agua en la región centro del estado, se necesitarían siete presas como Milpillas para cubrir dicho déficit y, con ello, permitir la recuperación de los acuíferos. En consecuencia, se puede afirmar que la principal justificación del proyecto se sustenta en una suposición falsa.

Por otra parte, el estudio de factibilidad presta poca atención a los impactos socioambientales derivadas de la inundación de tierras y la extracción de 41 Mm³/año de agua de una región árida, en el municipio de Jiménez del Teul, donde la economía local se basa en gran medida en actividades agropecuarias de escala pequeña. El suelo de la mayor parte del municipio es semiseco, con vegetación natural solo apta para el pastoreo de ganado. Por tanto, el municipio se caracteriza por su vocación ganadera. Cuenta con una población estimada de 21 mil 776 cabezas de bovino, 5 mil 652 de porcino, 6 mil 239 de caprino y alrededor de 15 mil 576 aves de corral. Para el pastoreo del ganado bovino se destinan aproximadamente 102 mil 710 hectáreas. En cuanto a la actividad agrícola, cada año se siembran cerca de 4 mil 500 hectáreas, donde predominan cultivos de avena forrajera y frijol en proporciones similares, mientras que el maíz ocupa casi la mitad de la superficie total cultivada.³⁴ El río Atenco corre del noreste al suroeste del municipio y «es de suma importancia para

³⁴ Los datos presentados en este párrafo sobre las condiciones ecosistémicas y las actividades agropecuarias del municipio de Jiménez del Teul provienen de una monografía elaborada por el Ayuntamiento para el periodo 2024-2027. Recuperado de <https://jimenezdelteul.mx/municipio>

las actividades económicas, sociales y espirituales para las y los campesinos» (Rodríguez Navarro, 2024).³⁵

Pastoreo a orillas del río Atenco



Fotografía: Adolfo Valtierra.

Desviar el agua del río Atenco, como propone el proyecto Milpillas, constituye una forma de hidroextractivismo —de acuerdo con el marco teórico-conceptual presentado en el capítulo 1—, con graves consecuencias para los ecosistemas y las poblaciones locales. Rodríguez Navarro (2024) ha identificado 61 pueblos que serían directamente

³⁵ El río recibe distintos nombres: los gobiernos estatal y federal lo llaman *Milpillas*; el gobierno municipal lo denomina *San Andrés*; mientras que los pueblos afectados por el proyecto Milpillas lo nombran *Atenco*.

afectados por el proyecto. El propio estudio de factibilidad lo reconoce de manera tangencial al señalar que

el trasvase del agua hacia otra cuenca (...) producirá la disminución de agua para riego y ocasionalmente, podrá comprometer el volumen disponible para el consumo humano, situación que puede producir molestias e inconformidades sociales de las poblaciones humanas de localidades ubicadas aguas abajo del embalse (p. 284).

No obstante, el documento no profundiza en la magnitud de estos impactos aguas abajo de la cortina.

De hecho, el estudio de factibilidad ni siquiera presenta un cálculo para estimar el caudal del río Atenco/Milpillas, omisión que fue señalada por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) en su revisión. Como respuesta, el resolutivo incorpora una estimación de los escurrimientos medios mensuales de la cuenca donde se localiza el proyecto (p. 29). Dichos escurrimientos ascienden a 44.69 Mm³/año, lo que implica que, si la presa operara a su capacidad de 41 Mm³/año, desviaría alrededor del 92% del caudal, sin considerar además los impactos adicionales derivados del cambio climático.

En relación con lo anterior, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) advirtió en su evaluación del estudio de factibilidad que «se optó por un caudal mínimo del 10%, este no se justifica ni sustenta». No obstante, el resolutivo insiste en fijar este porcentaje como gasto ecológico, criterio que corresponde a una cuenca con «un objetivo ambiental tipo <D>, el cual es asignado para una cuenca considerada con un estado de conservación deficiente» (p. 30). La

contradicción resulta evidente: según los propios cálculos incluidos en el resolutivo, si la presa Milpillas funcionara a plena capacidad, ni siquiera alcanzaría ese mínimo arbitrario del 10%, sino apenas un 8%. En otras palabras, el proyecto no solo busca legitimar un estándar ambiental extremadamente bajo, sino que, de hecho, propone implícitamente que ni siquiera podrá cumplirlo.

Quizás esa fue una de las razones por las cuales los promotores del proyecto no consultaron a los pobladores de las comunidades rurales directamente afectadas sino hasta tres años después de que este fue anunciado públicamente. Los habitantes del ejido El Potrero recibieron las primeras noticias sobre los planes de inundar sus territorios a través del chofer de una camioneta con insignias del Gobierno del Estado de Zacatecas. Un miembro de la comunidad relata lo ocurrido a principios de 2017:

Los ingenieros no más pasaban con las trocas del gobierno del estado como desfile. Nadie nos decía de qué se trataba, hasta que un ingeniero nos dijo que iban a hacer una presa de tres niveles para la cervecera, porque ya casi no tenía agua y necesitaba más y que nos iban a sacar de nuestros ranchos, que nos pusíeramos bien listos para agarrar buena feria (citado de Rodríguez Navarro, 2024:110).

A partir de entonces, comenzaron a buscar información y aliados para defender su territorio. Se pusieron en contacto con investigadores críticos de la Universidad Autónoma de Zacatecas y encontraron asesoría en los integrantes del Observatorio de Conflictos Mineros de Zacatecas (OCMZac) y de la Red Mexicana de Afectadas y

Afectados por la Minería (Rema). Con el apoyo de estas organizaciones civiles, el primer ciclo del proceso informativo se llevó a cabo entre junio de 2017 y octubre de 2018, mediante múltiples reuniones en distintas partes del territorio afectado (Rodríguez Navarro, 2024).

Durante ese periodo, los pobladores de las comunidades afectadas intentaron en varias ocasiones reunirse con representantes del gobierno estatal, pero sin éxito. Por ejemplo, el 22 de septiembre de 2017, un grupo de ejidatarios de Atotonilco y El Potrero viajó a la capital de Zacatecas con la intención de entrevistarse con los secretarios encargados de promover el proyecto Milpillas. Sin embargo, en lugar de los funcionarios estatales, fueron recibidos por integrantes del corporativo Krystal, mientras que los representantes del gobierno nunca se presentaron a la cita (Rodríguez, Uribe y Tetreault, 2018). Resulta que el Corporativo Internacional Krystal S.A. de C.V. había sido contratado por el Gobierno del Estado de Zacatecas para negociar de manera individual la compra de tierras a los ejidatarios. Esta empresa había recibido

más de 100 millones de pesos por trabajos que correspondían exclusivamente a la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), bajo condiciones denunciadas por el periodista Horacio Zaldívar como de «lavado de dinero, enriquecimiento ilícito y tráfico de influencias» (Rodríguez, Uribe y Tetreault, 2018:80).

Así, cuando el Gobierno del Estado de Zacatecas finalmente envió un contingente de representantes de alto nivel a Jiménez del Teul el 22 de agosto de 2018 para negociar con

los habitantes de las comunidades afectadas, ellos estaban informados. Fue en ese entonces que los promotores del proyecto empezaron una campaña de «desinformación oficial». Por ejemplo, durante la reunión que se llevó a cabo ese día, Luis Fernando Maldonado Moreno, entonces titular de la Secretaría del Agua y Medio Ambiente (SAMA) del estado de Zacatecas, aseguró que «el gasto que se requerirá para el agua potable es solamente de 15%, o sea, una octava parte del caudal que tiene el río» y, por tanto, «no se va a acabar el río: seguirá el agua por el río como ahorita corre» (Rodríguez, Uribe y Tetreault, 2018:79).

Cauce del río Atenco



Fotografía: Adolfo Valtierra.

Cuando se hizo evidente que estas tácticas de persuasión no surtieron el efecto deseado, los promotores del proyecto Milpillas comenzaron a recurrir a formas más

agresivas de presión. Así, durante la Asamblea ejidal de El Potrero, convocada el 14 de octubre de 2018, se presentaron representantes de diversas autoridades federales, estatales y municipales, acompañados por alrededor de cien elementos policiacos. Su objetivo fue impedir el ingreso de algunos ejidatarios y manipular la reunión para obtener la firma de un documento que autorizara la expropiación de tierras de uso común para la construcción de la presa Milpillas. Aunque lograron su cometido, en el proceso generaron la indignación de las personas afectadas por el proyecto.

En esa coyuntura nació el Movimiento en Defensa del Territorio y del Río Atenco, integrado por habitantes de la cabecera municipal de Jiménez del Teul, así como de las comunidades de Atotonilco, El Potrero, Las Tapias, Carreras, Las Bocas, El Carrizo y Mezquite Blanco, del mismo municipio. También lo conforman pobladores de los ejidos Corrales y Estancia de Guadalupe, en el municipio de Sotero Cano, directamente afectados por la infraestructura del proyecto. Con el tiempo, este movimiento consiguió anular la documentación obtenida en la asamblea mencionada e instalar a sus representantes en los comisariados ejidales de las comunidades implicadas. Su lucha ha incluido acciones legales, el bloqueo del ingreso de maquinaria para la presa, la redacción de cartas dirigidas a la Presidencia de la República, la organización de eventos informativos en las comunidades afectadas, protestas en la capital del estado y en la cabecera municipal, así como denuncias públicas de las medidas de coerción sufridas.

Por su parte, los promotores gubernamentales del proyecto han recurrido a prácticas como intentos de detención

arbitraria, compra de votos en las asambleas ejidales, cooptación de comisariados, campañas de desprecio en medios locales, fabricación de delitos, amenazas directas e indirectas, así como vigilancia por parte de la policía estatal y del crimen organizado. También han instrumentalizado a los medios de comunicación para validar su discurso, criminalizar a los opositores e intimidar a integrantes del movimiento. Las acusaciones falsas abundan. Entre las más burdas se encuentran aquellas que señalan que las personas afectadas por el proyecto Milpillas solo buscan más dinero por sus tierras. Tales acusaciones pueden interpretarse como una proyección jungiana del lado oscuro de cuando menos algunos representantes de la clase político-empresarial. Asimismo, han intentado cooptar a la población afectada mediante sobornos y dádivas en forma de regalos, además de condicionar la entrega de programas sociales, despensas y juguetes a cambio de respaldar la autorización del proyecto.

Todo ello ha sido ampliamente documentado por Greccia Eugenia Rodríguez Navarro, una de las principales asesoras del movimiento y fundadora del OCMZac, hasta la publicación de su tesis doctoral en marzo de 2024. Cabe señalar que la represión, las violaciones a los derechos humanos y los sobornos no han cesado desde entonces; incluso se han intensificado desde que la actual presidenta de la República, Claudia Sheinbaum, anunció durante su campaña electoral, el 4 de abril de 2024, su intención de llevar a cabo el proyecto Milpillas, con las palabras citadas en la introducción de este libro. No obstante, es importante reconocer que la propia presidenta matizó su postura en respuesta a la resistencia, declarando el 12 de abril de 2025

que el proyecto solo se realizará «en consenso con los propietarios de las tierras, porque no vamos a hacer nada a la fuerza» (citada por Catalán, 2025).

Movimiento en Defensa del Territorio y del Río Atenco



Fotografía: Adolfo Valtierra.

En suma, el proyecto Milpillas carece de factibilidad técnica para superar la crisis hídrica en la región centro de Zacatecas; tendría impactos socioambientales devastadores para las comunidades rurales directamente afectadas en uno de los municipios más pobres del estado; y ha sido impulsado mediante la desinformación oficial y diversas formas de cooptación, amenazas y represión. Por tanto, ha sido rechazado por un movimiento de resistencia bien organizado. Además, el ejercicio de su financiamiento ha estado plagado de irregularidades detectadas por la Auditoría Superior de la Federación (ASF), que apuntan a un «probable daño o perjuicio a la Hacienda Pública Federal cercano a 400 mil pesos» (Ollaquindia, 2018); incluso en

relación con el pago de casi 8 millones de pesos a la UAZ por la realización del estudio de factibilidad, a lo que se sumaron dos contratos adicionales con la empresa privada Edificaciones Celta S.A. de C.V. para llevar a cabo el mismo trabajo (Ortega, 2020).

Cabe subrayar que los pobladores de las comunidades rurales directamente impactadas por la infraestructura del proyecto no son los únicos afectados; como hemos señalado en múltiples foros públicos, todos los habitantes de la región centro de Zacatecas también resultarían perjudicados por la profundización de la mercantilización del agua destinada al consumo humano. La empresa privada ganadora del proceso de licitación para el acueducto obtendría un contrato de hasta 25 años para recuperar su inversión y obtener ganancias extraordinarias a partir del control monopólico de un recurso vital para la satisfacción de las necesidades humanas básicas. Esto implicaría un incremento en el costo del agua distribuida a través de los sistemas municipales de agua potable. Con este propósito, en 2018, el entonces director de la Junta Intermunicipal de Agua Potable y Alcantarillado de Zacatecas (JIAPAZ) contrató a la empresa privada Agua y Soluciones para detectar tomas clandestinas y problemas con los medidores (Tetreault, 2018).

Por otra parte, es importante tomar en cuenta los riesgos asociados con la dependencia de presas para abastecer los sistemas municipales de agua potable. Debido al cambio climático, las sequías se han vuelto cada vez más severas y prolongadas, de tal manera que las presas de Zacatecas destinadas al riego apenas han podido llenarse, en promedio, a menos de una tercera parte de su capacidad

(Valadez, 2024). Más aún, una presa de uso público-urbano no cuenta con periodos de reposo en la extracción de agua, como ocurre con las presas de uso agrícola.³⁶ Desde otro ángulo, el proyecto Milpillas haría que los pobladores de la región centro de Zacatecas dependieran de una infraestructura vulnerable a fallas, que requiere mantenimiento periódico y que, además, sería susceptible al «huachicoleo». Finalmente, este proyecto implica aceptar como inevitable el agotamiento de los acuíferos en la región centro de Zacatecas y ceder al sector privado los recursos hídricos más asequibles y de mejor calidad, incluidos los del acuífero Calera. En consecuencia, los principales beneficiarios serían los grandes consumidores de agua subterránea, las compañías constructoras y los administradores políticos del proyecto. Ante este panorama, surge una pregunta ineludible: ¿cuáles son las alternativas?

³⁶ Agradecemos al ingeniero Enrique Reveles Delijorge, extrabajador de la Conagua y especialista en temas hídricos en Zacatecas, por compartir esta línea de análisis crítico en una comunicación personal sostenida el 3 de septiembre de 2025.

Las alternativas del camino suave del agua

En este capítulo abordamos las alternativas que corresponden al «camino suave del agua», propuesto originalmente por Gleick (2002), desarrollado por Wolff y Gleick (2002) y retomado por Tetreault y McCulligh (2012), con un enfoque en el abastecimiento de agua para la Zona Conurbada de Zacatecas y Guadalupe (ZCZG). En su obra seminal publicada en la revista *Nature*, Gleick contrasta «el camino duro, que depende de mega infraestructura para captar, tratar y entregar los suministros de agua», con «el camino suave», que «busca mejorar la eficiencia general en lugar de encontrar nuevas fuentes de suministro» (2002:373). Mientras el primero se enfoca casi exclusivamente en presas, embalses, acueductos, plantas de tratamiento y la toma de decisiones centralizadas; el segundo apuesta por obras descentralizadas, tecnologías de pequeña escala y participación ciudadana para mejorar la eficiencia en el uso del agua, de acuerdo con las condiciones sociales, ecológicas y culturales en el ámbito local (Wolff y Gleick, 2002).

De esta manera, el camino suave del agua se orienta por principios que incluyen la priorización de la satisfacción de las necesidades humanas básicas, la protección

de la integridad de los ecosistemas y el fomento de la participación de organizaciones comunitarias, grupos universitarios y otros actores no gubernamentales en el manejo del recurso hídrico (Gleick, 2000). Estos principios guardan resonancia con la propuesta de la «nueva cultura del agua», que busca dar prioridad, en primer lugar, al uso del líquido vital para sostener la vida; en segundo lugar, a la preservación de los ecosistemas y a las actividades de interés social; y, finalmente, al impulso del desarrollo económico (Arroyo, 2006; 2009). Asimismo, se vinculan con las discusiones sobre la justicia hídrica, un concepto derivado de la justicia ambiental (Schlosberg, 2007), que «incluye, pero trasciende, las cuestiones de distribución, al incorporar también las de reconocimiento cultural y participación política, y está íntimamente vinculado con la integridad de los ecosistemas» (Zwarteeven y Boelens, 2014:143).

En esta sintonía, los defensores del camino suave proponen medidas y tecnologías para usar el agua de manera más eficiente, que incluyen la reconversión productiva agrícola hacia cultivos menos demandantes por caloría producida, la adopción de sistemas de riego eficientes, la reparación de fugas en tuberías y el revestimiento de acueductos, el desarrollo de soluciones descentralizadas como micro presas y sistemas de captación y almacenamiento de agua de lluvia, la reutilización de aguas residuales, la asignación de calidades de agua según las necesidades de uso, la implementación de políticas de precios adecuados que incentiven la eficiencia y la promoción de la participación de usuarios y comunidades en la gestión del recurso (Gleick, 2000, 2002; Wolff y Gleick, 2002).

Tetreault y McCulligh (2012) retomaron estos principios para proponer una alternativa para superar la crisis en la ZCGZ. Con este enfoque, se puso énfasis en las medidas orientadas a mejorar la eficiencia en el uso del agua en la ciudad, destacando, por ejemplo, la necesidad de reparar el sistema de distribución de agua potable de JIAPAZ, el cual presenta pérdidas de al menos 40% debido a fugas. Asimismo, hicieron referencia a los trabajos de Biswas (2010) y Mandloi, Khare y Pareek (2011) para demostrar que las estrategias y medidas asociadas con el camino suave del agua han tenido éxito no solo en las grandes ciudades de los países desarrollados, sino también en la periferia del sistema económico global. En este capítulo, profundizamos en las alternativas correspondientes al camino suave y la justicia hídrica, pero con un enfoque en el sector agrícola, considerando que aproximadamente 88% del agua extraída de los acuíferos en la región centro de Zacatecas se destina a este sector.

En consonancia con lo anterior, nuestra propuesta se organiza en torno a seis ejes: *a)* ordenamiento y vigilancia del sistema de concesiones; *b)* agroecología y reconversión productiva agrícola hacia cultivos menos demandantes de agua; *c)* recarga de acuíferos y restauración de ecosistemas agrícolas; *d)* uso más eficiente del agua y aprovechamiento de fuentes alternativas; *e)* priorización del agua subterránea de mejor calidad para satisfacer necesidades humanas básicas; y *f)* participación ciudadana y comunitaria en la gestión de los recursos hídricos. A continuación, elaboramos sobre estas alternativas complementarias, argumentando que no solo tienen factibilidad para superar la crisis hídrica en la región centro del estado de Zacatecas,

sino que pueden hacerlo de manera mucho más económica y efectiva que el «camino duro» representado por el proyecto Milpillas.

FIGURA 1. Alternativas para la gestión del agua en la región centro de Zacatecas



Fuente: elaboración propia.

A continuación se dilucidarán cada una de las alternativas enunciadas en la figura 1.

1. *Ordenamiento y vigilancia del sistema de concesiones*

El Plan Nacional Hídrico (PNH) 2024-2030 plantea como objetivo principal garantizar el derecho humano al agua

en cantidad y calidad suficientes, asegurar la sostenibilidad de los recursos hídricos y fomentar un manejo adecuado y responsable del agua en todos sus usos. Para ello, contempla el ordenamiento de las concesiones, con el fin de evitar la sobreexplotación y el acaparamiento (Gobierno de México, 2024). En este sentido, el primer eje de las alternativas planteadas en este libro retoma dicho objetivo y lo complementa con la actualización del Registro Público de Derechos de Agua (Repda), la elaboración de estudios de disponibilidad, la implementación de una red permanente de monitoreo piezométrico, la obligatoriedad de instalar medidores en los sectores agrícola e industrial, mayor vigilancia y la eliminación del mercado negro de concesiones.

En México, la información oficial es escasa y poco actualizada, por lo que muchos planes, programas e investigaciones se basan en datos obtenidos hace más de una década, lo que dificulta la integralidad y la transparencia en la gestión del agua. A ello se suma un número importante de pozos que operan en la ilegalidad, lo que complica las estimaciones sobre la disponibilidad hídrica. Como señalaron Tetraeault y McCulligh, «reducir el consumo promedio del agua y acercarse a los niveles menores tiene que partir de saber dónde y cómo se consume el agua» (2012:35). Contar con información actualizada y mantener una red de monitoreo permanente permitiría una mejor toma de decisiones y contribuiría significativamente a una asignación más justa del recurso.

Respecto a la obligatoriedad de los medidores, conviene recordar que la asignación de derechos de agua en México se basó originalmente en estimaciones realizadas

bajo sistemas de riego rodado. En consecuencia, se trata de volúmenes sobreestimados que no han sido ajustados a la asequibilidad y eficiencia de los sistemas de irrigación actuales, lo que ha favorecido la expansión de la frontera agrícola en lugar de un ahorro real (Conagua, 2011). Por ello, esta medida no solo facilitaría un mayor control, sino que también promovería la participación colaborativa de los usuarios y una mayor conciencia en el uso del agua.

Investigaciones previas muestran que solo el 11% de los usuarios con concesiones para extraer agua de los tres acuíferos que abastecen a la ZCZG (Benito Juárez, Calera y Guadalupe Bañuelos) cuentan con medidores en sus pozos (Tetreault, 2018). Asimismo, en el Ordenamiento Territorial del Municipio de Zacatecas se documentó que el 22% de los pozos agrícolas carece de título de concesión, mientras que en los pozos de usos distintos al agrícola esta proporción supera las tres cuartas partes (González-Trinidad *et al.*, 2012). Tener certeza en la medición de los volúmenes extraídos permitiría «establecer cuotas y mecanismos de fijación de precios volumétricos que tienen el potencial de provocar reducciones en el uso de las aguas subterráneas» (Molle y Closas, 2020:2), ya que los usuarios pondrían mayor atención en un uso responsable para evitar pagos por excedentes.

Proponemos implementar estas medidas por etapas, de forma descendente según los volúmenes concesionados. Cada etapa podría aplicarse en un lapso anual o bianual, dependiendo del número de pozos a incorporar. Inicialmente, se aplicarían únicamente a los sectores agrícola e industrial. De acuerdo con el cuadro 3 presentada en el capítulo 3, en la primera etapa se incorporarían 197

concesiones agrícolas y 18 industriales, cuyos derechos de uso superan los 300 mil m³. En una segunda etapa correspondería a 464 usuarios más, con concesiones entre 201 mil y 300 mil m³. Finalmente, en una tercera etapa se incluirían las 3 mil 497 concesiones restantes, menores a 200 mil m³.

Una vez concluida la implementación en los sectores agrícola e industrial, se sugiere extenderla al sector público-urbano en coordinación con los organismos municipales de agua potable. Los dos propósitos principales en este ámbito son, por un lado, asegurar el cumplimiento del derecho humano al agua —que implica agua suficiente, salubre, aceptable, accesible y asequible para uso personal y doméstico, de acuerdo con el artículo 4º constitucional; y, por el otro, atender las causas de las pérdidas en la distribución de agua potable, sobre todo en las principales ciudades de la región.

Finalmente, sugerimos la necesidad de vigilar, no solo los pozos a través de la contratación de inspectores y la creación de espacios participativos, sino también la compraventa de concesiones, con el objetivo de regular las transacciones, limitar el acaparamiento del agua subterránea y evitar la proliferación de pozos. En conjunto, estas acciones pueden sentar las bases para la recolección de información oportuna, actualizada y constante, que sirva como engranaje para la formulación de políticas de gestión hídrica participativa. Al mismo tiempo, contribuyen al ordenamiento y a una distribución más justa del agua frente a los procesos de acaparamiento y extractivismo hídrico que la corrupción institucionalizada ha facilitado hasta la fecha.

2. Agroecología y reconversión productiva agrícola hacia cultivos menos demandantes de agua

Esta es una parte clave de las alternativas que aboga por la reconversión productiva hacia cultivos de bajo consumo hídrico, el fomento de las prácticas agroecológicas y el fortalecimiento de los mercados locales y regionales, de acuerdo con la visión de soberanía alimentaria. En conjunto, estos lineamientos buscan reducir la presión sobre acuíferos, aumentar la resiliencia frente a sequías y variabilidad climática, y asegurar alimentos sanos y culturalmente pertinentes. La reconversión no se limita a sustituir cultivos: implica diversificar con policultivos y rotaciones adaptadas al clima local, recuperar semillas criollas, mejorar suelos con abonos verdes y cobertura, optimizar la captación e infiltración de lluvia y, donde sea pertinente, usar riego eficiente a pequeña escala.

La agroecología aporta el cómo —diseños productivos de bajos insumos externos, manejo biológico de plagas, fertilidad regenerativa—; mientras que la soberanía alimentaria aporta el para qué y bajo qué reglas —acceso a tierra, agua y semillas, precios justos y circuitos cortos de comercialización (tianguis, compras públicas, cooperativas)— que viabilizan esa transición. Así, reconversión, agroecología y mercados territoriales se refuerzan mutuamente: disminuyen la huella hídrica, estabilizan ingresos campesinos, fortalecen economías regionales y contribuyen a reequilibrar el sistema agroalimentario en favor de las y los pequeños productores y de la salud de los ecosistemas.

Estrategias de control biológico implementadas escasamente en el territorio zacatecano



Fotografía: archivo personal.

En esta línea, la agroecología puede entenderse como un enfoque científico, práctico y político que integra conocimientos campesinos e indígenas con la ecología para diseñar agroecosistemas diversificados, de bajos insumos externos y socialmente apropiados, capaces de mantener la fertilidad del suelo, controlar plagas de manera biológica y aumentar la productividad total a escala predial (Altieri, 1995; Altieri y Toledo, 2011; Rosset *et al.*, 2011). Por su parte, la soberanía alimentaria ha sido definida como el derecho de los pueblos a alimentos sanos y culturalmente adecuados, producidos de forma sostenible, así como a decidir sobre sus propios sistemas de producción, distribución y consumo, colocando a las y los pequeños productores en el centro de la política pública (Vía Campesina, citado en Wittman, Desmarais y Wiebe, 2010). Ambas propuestas son complementarias: la soberanía alimentaria provee el

marco normativo y político —precios justos, regulación del comercio, acceso a tierra, agua y semillas— que hace viable la adopción y el escalamiento de prácticas agroecológicas; y la agroecología, a su vez, opera la soberanía alimentaria en el territorio al ofrecer bases técnicas y organizativas (por ejemplo, policultivos, intercambio campesino-a-campesino) para producir alimentos abundantes, sanos y culturalmente pertinentes, reducir la dependencia de insumos fósiles y revertir la degradación ambiental (Altieri, 1995; Rosset *et al.*, 2011; Wittman, Desmarais y Wiebe, 2010). En conjunto, constituyen una estrategia para enfrentar la crisis rural y el régimen agroalimentario corporativo, articulando derechos, justicia hídrica y sustentabilidad desde el ámbito local hasta el nacional (Tetreault, 2012).

En años recientes, la agroecología y la soberanía alimentaria han cobrado mayor fuerza en México (Toledo, 2021). Desde el gobierno federal, en el marco de la llamada Cuarta Transformación, se han impulsado iniciativas y programas que colocan la producción agroecológica como uno de los ejes transversales de la atención al campo, particularmente a través de Sembrando Vida y Producción para el Bienestar (PPB), implementados por la Secretaría del Bienestar y la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (Sader), respectivamente. Ambos programas incluyen acciones orientadas a la transición agroecológica, como la organización de tianguis agroecológicos, el establecimiento de escuelas de campo y la creación de biofábricas, entre otras. Sin embargo, al mismo tiempo, resulta paradójico que se otorguen apoyos como la entrega de fertilizantes químicos.

En 2024, el PPB benefició a más de dos millones de productores en el país, 68 mil 300 de ellos en Zacatecas,

mientras que el programa de Fertilizantes distribuyó masivamente urea y DAP, con casi 60 mil beneficiarios en el estado. Paralelamente, Sembrando Vida se aplica únicamente en seis municipios del noroeste del estado. Si bien el programa PPB se orienta a pequeños productores y promueve prácticas agroecológicas, la política de subsidios a fertilizantes químicos refuerza al mismo tiempo la agricultura convencional, lo que limita un cambio estructural. La agroecología no solo implica prácticas distintas, sino una transición que reduzca la dependencia de agroquímicos, diversifique cultivos y regenere suelos y ecosistemas (Altieri, 1995). Por ello, la reconversión productiva debe ir más allá de elegir cultivos menos demandantes de agua: requiere sistemas que protejan suelo y agua, aseguren ingresos dignos y valoren los saberes campesinos, evitando que la transición derive en pérdidas económicas que desalientan a las familias rurales.

Esta inquietud respecto a una reconversión planificada y respetuosa de los ciclos de la naturaleza también ha sido compartida por otros investigadores, entre ellos el doctor Francisco Echavarría Chairez, del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), quien ha realizado diversos ensayos en el Campo Experimental Zacatecas con el propósito de analizar estratégicamente cuáles serían los cultivos más adecuados para la región, considerando variables como el consumo de agua, la generación de empleos y los mercados a los que se destinan, entre otras. Se trata de una línea de investigación que actualmente se ha retomado en coordinación con otros especialistas del mismo Instituto, y que ha dado lugar a varias publicaciones.

Entre las más relevantes se encuentra el estudio de Servín-Palestina, Martínez-Ruiz y Echavarría-Chairez, el cual presenta un análisis técnico sobre el uso del agua extraída del acuífero Calera para actividades agrícolas. Dicho estudio parte de la observación de que, en la región centro de Zacatecas, «no existe una planificación adecuada del patrón de cultivos que deba establecerse de acuerdo con la cantidad de agua disponible, para evitar la sobreexplotación del agua subterránea» (2022:29), y posteriormente evalúa diferentes escenarios de disponibilidad hídrica y tecnologías de riego, con el fin de determinar el patrón óptimo de ciertos cultivos. Los autores destacan que cultivos alternativos como calabaza, lechuga y nopalitos representan una buena opción para incrementar la productividad del agua y mantener un balance en el acuífero sin poner en riesgo la economía de los productores (Servín-Palestina, Martínez-Ruiz y Echavarría-Chairez, 2022). De esta manera, concluyen que «es posible tener un equilibrio en la recarga-extracción del acuífero de Calera y obtener un mayor beneficio e incrementar la productividad del agua haciendo una reconversión productiva controlada» (Servín-Palestina, Martínez-Ruiz y Echavarría-Chairez, 2022:28).

Asimismo, vale la pena retomar el Plan de Manejo Integral de los Acuíferos Aguanaval, Calera y Chupaderos, elaborado por Ingeniería y Gestión Hídrica S.C. en 2010 para la Conagua. Este documento, que desgraciadamente nunca fue difundido públicamente, propone siete medidas para revertir el abatimiento de los acuíferos en la región centro del estado de Zacatecas: *a)* reglamentación de los aprovechamientos; *b)* reconversión productiva con canola;

c) reconversión productiva con nopal forrajero; d) tecnificación en la producción de chile seco y alfalfa; e) agricultura protegida de chile verde mediante macrotúneles; f) uso de agua residual tratada; y g) adecuación de derechos de riego.

Aunque su visión resulte demasiado restringida a la sustitución de cultivos y otras cuestiones técnicas —sin apegarse plenamente a los principios de la agroecología y la soberanía alimentaria—, sus hallazgos son relevantes porque subrayan la relación costo-efectividad de medidas orientadas a reducir la demanda de agua en el sector agrícola. En particular, respecto a la introducción del cultivo de canola, el estudio señala que se podría lograr

el rescate anual de 88.3 millones de m³ de agua, 27.8 millones de pesos de ahorro en subsidios (...) y un impacto favorable del orden de 200 millones de pesos en los ingresos de los productores, [todo ello con] requerimientos de inversión pública marginales (Castillo, 2008:8).

Cabe destacar que estos ahorros representarían el doble del volumen de agua que se pretende aportar con el proyecto Milpillas.

En relación con el mismo Plan de Manejo Integral, el análisis crítico del ingeniero Enrique Reveles Delijorge enfatiza que, con una inversión de 2 mil 715 millones de pesos en medidas como la tecnificación de sistemas de riego, la reconversión de cultivos, el reúso y la recarga de agua residual tratada, el reciclaje del agua de uso industrial y la captación de aguas pluviales, sería posible recuperar un total de 210 Mm³ anuales en la región centro del estado (Reveles, 2019). De esta forma, con menos de una tercera

parte del costo del proyecto Milpillas, se podría ahorrar más de cinco veces el volumen de agua que dicho proyecto promete aportar, lo que permitiría prácticamente revertir la sobreexplotación de aguas subterráneas en la misma región.

3. Recarga de acuíferos y restauración de ecosistemas agrícolas

Este eje se encuentra estrechamente vinculado con el anterior, en particular en lo que respecta a la agroecología. En este sentido, resulta pertinente retomar el trabajo de Ramón Aguilar García, investigador del INIFAP con más de 35 años de experiencia en el Campo Experimental Norte de Guanajuato. En su texto titulado «Restauración agroecológica para captar y aprovechar agua de lluvia en el semiarido», Aguilar García señala que «los suelos se dañan fácilmente con el incremento progresivo de la erosión, la compactación, la labranza y la contaminación» y, por lo tanto, «es necesario desarrollar alternativas para controlar la erosión y mantener el correcto funcionamiento del proceso de infiltración del agua» (2021:23). Entre dichas alternativas destaca la rotura vertical del suelo, «es decir, fracturar el terreno para incrementar la capacidad de filtración del agua de lluvia, incluso ahí donde la estructura del terreno está dañada» (Aguilar, 2021:24). Si este procedimiento se hace bien y se logra aumentar la infiltración del agua pluvial, el suelo conservará mayores niveles de humedad, lo que permitirá establecer siembras en seco de diferentes gramíneas y leguminosas antes del inicio de la temporada de lluvias. Entre los beneficios, Aguilar

García resalta que esta técnica permite enfrentar los retos del cambio climático, pues no solo asegura la presencia de agua en el subsuelo durante las sequías, sino que también favorece el secuestro de carbono. En fin, concluye que «este tipo de estrategias permite reducir progresivamente la extracción excesiva de agua subterránea y, en consecuencia, favorece el equilibrio de los ecosistemas» (Aguilar, 2021:26).

Desde luego, la rotura vertical del suelo no constituye la única alternativa para contribuir a la recarga de los acuíferos. Este eje también contempla obras de conservación de suelo, reforestación y manejo holístico de agostaderos. Con estas acciones, además de coadyuvar a la recuperación de los acuíferos en toda la región, se impulsa la reconstrucción del tejido social en tierras de uso común —ejidos y núcleos comunales—, que en Zacatecas superan las mil 700 unidades y que, en el marco de la estrategia nacional para el sector rural, han sido atendidas de manera muy limitada. De ahí que se abra una oportunidad valiosa no solo para recuperar agua y suelos de agostadero, sino también para fortalecer el sentido comunitario de estos territorios.

Aunque en el centro del estado la presencia de propiedad comunal y ejidal es menor que en otras regiones, existen grupos significativos de regantes que pueden organizarse para trabajar en la conservación de los bienes naturales. La prevalencia de suelos castaños —caracterizados por una capa superior de caliche o cal suelta, común en zonas semiáridas y considerada favorable para actividades agrícolas y ganaderas (González-Trinidad *et al.*, 2012)— hace que la región enfrente serios problemas de erosión hídrica, que se traducen en el empobrecimiento de los

suelos, la formación de cárcavas y una limitada capacidad de retención e infiltración de agua. He aquí la importancia de la propuesta Aguilar García (2021) con respecto a las técnicas de rotura vertical del suelo.

Además, se propone retomar prácticas valiosas implementadas en el extinto Programa de Uso Sustentable de los Recursos Naturales para la Producción Primaria, a través de su Componente de Conservación y Uso Sustentable de Suelo y Agua (COUSSA). Este programa funcionaba bajo un esquema de paripassu entre los gobiernos federal y estatal, operado por la Comisión Nacional de las Zonas Áridas —en representación de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa)— y por la Secretaría de Desarrollo Agropecuario (Sedagro), respectivamente. Su objetivo era contribuir a revertir el deterioro de los ecosistemas en la producción primaria mediante acciones orientadas a la preservación del agua, el suelo y la biodiversidad.

Los apoyos se otorgaban preferentemente a grupos ejidales, comunitarios u organizaciones campesinas, y respondían a las necesidades más sentidas de las comunidades. Entre las múltiples acciones contempladas, para esta propuesta se retoman aquellas enfocadas en el aprovechamiento sustentable del suelo: terrazas, presas filtrantes, cabeceo de cárcavas, muros de contención, barreras vivas, cortinas rompeviento, surcado «lister», paso de rodillo aireador, cercado para división de potreros, cercado para áreas de exclusión, reforestación con especies nativas, guardaganados, labranza de conservación y acciones de drenaje. En cuanto al aprovechamiento del agua, el programa consideraba la construcción de bordos

de tierra compactada, zanjas de infiltración, pequeñas presas (de mampostería o concreto), ollas de agua, aljibes y tanques de almacenamiento, estas tres últimas solo en casos destinados al consumo humano. Asimismo, contemplaba planes integrales para el uso eficiente del agua mediante obras y acciones de conservación, mejoramiento y aprovechamiento sustentable, con un enfoque en la reconversión tecnológica y productiva. Lo más relevante es que estas acciones eran solicitadas directamente por las comunidades, no impuestas, y además tenían un carácter regional, lo que les confería un gran potencial para mejorar las condiciones sociales, ambientales y productivas de las comunidades.

4. Uso más eficiente del agua y aprovechamiento de fuentes alternativas

Desde hace décadas, la tecnificación del riego ha sido el estribillo de una canción de sirena que orienta los discursos oficiales y las acciones gubernamentales hacia medidas que, si bien son necesarias para mejorar la eficiencia en el consumo de agua en el sector agrícola, resultan en sí mismas insuficientes e, incluso, contraproducentes. En este sentido, Vélez Rodríguez, Padilla Bernal y Mojarró Dávila (2013) observaron que la gran mayoría de los productores agrícolas que extraen agua de los tres acuíferos más grandes de la región centro de Zacatecas (Aguanaval, Calera y Chupaderos) continúan utilizando métodos tradicionales y relativamente ineficientes de irrigación, principalmente sistemas de gravedad, en algunos casos con tubería de compuerta (83.5%, 70.1% y 73.4%, respectivamente). Por tanto,

concluyen que las políticas públicas deben orientarse hacia la modernización de los sistemas de riego mediante la adopción de tecnologías de aspersión y goteo (Vélez, Padilla y Mojarro, 2013).

Coincidimos con esta postura. Sin embargo, como observa Conagua, en esta región

aun cuando existe cierto nivel de tecnificación hidroagrícola, esta no ha permeado lo suficiente como para disminuir la sobreexplotación, dado que la liberación de volúmenes de agua se transforma en incrementos de área regada, por lo cual no existe acción real a favor del acuífero (2011:7).

Este fenómeno corresponde a la llamada paradoja de Jevons, que sostiene que, a medida que una tecnología aumenta la eficiencia en el uso de un recurso, en lugar de reducirse su consumo total, este tiende a incrementarse debido a su abaratamiento y a la expansión de la demanda. En consecuencia, mientras la tecnificación del riego puede constituir una parte importante de una estrategia multifacética para usar el agua de manera más eficiente en el sector agrícola —en sintonía con el tercer compromiso del Plan Nacional Hídrico 2024-2030—, sostenemos que tiene que complementarse con las otras medidas planteadas en este capítulo para ser efectiva.

Asimismo, para promover un uso más eficiente del agua en el sector agrícola, proponemos que los subsidios destinados al equipamiento y la tecnificación del campo prioricen la adquisición de equipos y maquinaria que utilicen energías limpias en el caso de pequeños y medianos productores. Para los grandes productores, se deberían

crear incentivos que promuevan la adquisición con recursos propios, a cambio de beneficios económicos en el pago energético durante el año fiscal correspondiente. Bajo este esquema gradual, y sin perder de vista la paradoja de Jevons, planteamos comenzar a establecer límites al subsidio otorgado a través del Programa Especial de Energía para el Campo (PEUA). Es decir, que a partir de cierto nivel de consumo la electricidad tenga un precio diferenciado, de manera escalonada, de modo que quienes consuman más paguen tarifas progresivamente más altas. Con ello se incentivaría un uso más responsable del agua. La aplicabilidad de esta alternativa se vería facilitada con el uso obligatorio de medidores, propuesto en el primer punto de este capítulo, en el entendido de que se trata de acciones integrales que habilitan la implementación de medidas efectivas que benefician sobre todo a los pequeños y medianos productores.

Por otra parte, es fundamental aprovechar fuentes alternativas de agua para la irrigación de cultivos, empezando con el tratamiento y reúso de aguas residuales, de acuerdo con el séptimo compromiso del Plan Nacional Hídrico 2024-2030. Como se mencionó en el capítulo 2, esta medida comenzó a figurar con cierto énfasis en el discurso oficial desde la administración de Miguel Alonso Reyes (2010-2016), cuando el Gobierno del Estado de Zacatecas elaboró el Programa Hídrico Estatal Visión 2030 Zacatecas. Aunque se han registrado avances desde entonces, aún queda mucho por hacer. En entrevista otorgada a Meganoticias en junio de 2025, el subsecretario del agua de la Secretaría del Agua y Medio Ambiente (SAMA) informó que cerca de 55% del agua residual del estado no recibe

tratamiento, y que, de las 103 plantas de tratamiento instaladas, únicamente 48 se encuentran en operación y solo 27 funcionan de manera satisfactoria (Orta, 2025).

Así, actualmente persisten zonas de recarga e infiltración que continúan contaminándose, no solo por aguas negras municipales insuficientemente tratadas, sino también por descargas de aguas residuales de origen industrial y minero. Un ejemplo es la Laguna de Santa Ana, donde Grupo Modelo vierte sus aguas residuales, además de recibir aguas negras provenientes de Fresnillo y comunidades cercanas (Alvarado, 2019). Otro caso, mencionado en el capítulo 3, es la Laguna de La Zacatecana, que desde la fundación de la ciudad ha recibido aguas residuales de la ZCZG, incluyendo jales con metales pesados (Zetina, 2016). Agricultores de ambas comunidades han relatado cómo la contaminación de estos cuerpos de agua ha afectado no solo a sus cultivos, sino también a la flora y fauna regionales. De ahí que el tratamiento adecuado de las aguas residuales industriales y municipales sea imprescindible tanto para la preservación de los ecosistemas como para la salud pública y el uso más eficiente del recurso hídrico.

Adicionalmente, la utilización de fuentes alternativas de agua debe incluir tanto el mejor aprovechamiento de las presas existentes como la construcción de pequeñas presas de cemento, ferrocemento o mampostería. Estas suelen tener impactos sociales y ecológicos más limitados y aportan diversos beneficios, por ejemplo,

ayudan a la recarga del agua subterránea, proporcionan agua para uso doméstico y municipal, apoyan en el control de la erosión, control de avenidas en planicies y sierras,

contribuyen al desarrollo de la acuacultura y de actividades recreativas (Ortiz, Dino y Morales, 2012:15).

Asimismo, las pequeñas presas pueden servir como bebederos pecuarios que benefician tanto a la fauna nativa como al ganado local. Suelen ser solicitadas por los pobladores rurales. Por tanto, su construcción puede involucrar la participación comunitaria mediante aportaciones en especie, materiales locales o mano de obra, procesos que generan identidad, cohesión social y, en consecuencia, un cuidado voluntario de las obras.

Laguna de Santa Ana



Fotografía: archivo personal.

Por otra parte, Zacatecas cuenta ya con 14 grandes presas y numerosos bordos y pequeñas presas para abrevadero que presentan serios problemas de azolve, lo

cual disminuye su capacidad de captación. Una vez concluidas, muchas de estas obras quedan sin mantenimiento. En este contexto, se podría implementar un programa de rescate de presas y bordos que, además de generar un inventario actualizado, permita incrementar la captación de agua mediante el desazolve de infraestructura existente que hoy se encuentra subutilizada.

Desde otro ángulo, Reveles Delijorge (2019) plantea que en el Sistema Leobardo Reynoso —asociado a la presa del mismo nombre, la segunda más grande de la entidad y la más moderna y tecnificada— puede lograrse un ahorro sustancial de agua, librando así volúmenes para el uso público urbano. Actualmente se han tecnificado 3 mil 100 hectáreas de este sistema, lo que ha permitido un ahorro de 40%, pues solo se utilizan 40 Mm³/año de los 70 Mm³/año concesionados. Si se rehabilitaran, modernizaran y tecnificaran otras 4 mil 500 hectáreas, el ahorro alcanzaría 60%.³⁷ Según Reveles (2019), se podrían aprovechar estos volúmenes excedentes del Sistema Leobardo Reynoso en el sector público urbano de la región centro de Zacatecas a través de la construcción de un acueducto más pequeño que el de Milpillas, desde una distancia más cercana, con una sola planta de bombeo y menor desnivel, lo que también reduciría el gasto energético.

Finalmente, cabe reiterar que el uso más eficiente del agua abarca también al sector público urbano. Esto implica, entre otras medidas señaladas por Tetreault y McCulligh (2012), la rehabilitación de los sistemas de distribución de agua

³⁷ Recuperado de <https://zacatecasonline.com.mx/entrega-tello-riegofresnillo/>

potable en Fresnillo y en la ZCGZ, donde se pierde en fugas al menos un 40% del agua captada por SIAPASF y JIAPAZ. Cabe señalar que esta medida coincide con el octavo compromiso del Plan Nacional Hídrico 2024-2030. Al mismo tiempo, para evitar el deterioro de las tuberías, es fundamental canalizar el agua de mejor calidad al sector público urbano, lo que nos conduce al siguiente eje de alternativas.

5. Priorización del agua subterránea de mejor calidad para satisfacer necesidades humanas básicas

Como se analizó en el capítulo 3, actualmente cerca de 70% del agua que se consume en la ZCGZ proviene de los acuíferos Benito Juárez y Guadalupe Bañuelos. Sus capas freáticas presentan concentraciones de flúor, arsénico y otros metales pesados superiores a lo establecido en la norma. Además, el agua extraída de estos acuíferos contiene altas concentraciones de «sales» (calcio y magnesio), que generan incrustaciones en los conductos, restringen el flujo y aumentan los costos de mantenimiento tanto en la red de distribución de la ZCGZ como en las tuberías de casas y negocios (Tetreault, 2018).

Así, resulta incongruente, desde la perspectiva de la justicia hídrica, que la fábrica de cerveza más grande del mundo, propiedad de la corporación transnacional ABI, tenga acceso al agua de mejor calidad de la región las 24 horas del día, los 365 días del año, mientras que los habitantes de la región centro de Zacatecas deben cubrir sus necesidades básicas con agua contaminada y acceso limitado. En la ZCGZ, los tandeados se han vuelto cada vez más espaciados, afectando de manera diferenciada a la

población según la colonia en que resida. Mientras que ciertos fraccionamientos residenciales y zonas comerciales de alta plusvalía reciben suministro diario, colonias populares apenas cuentan con agua uno o dos días a la semana. Aún más grave es la situación en los barrios periféricos con altos índices de marginación, donde el abasto puede tardar semanas y limitarse a unas cuantas horas.

Esta precariedad ha impulsado la proliferación de iniciativas privadas informales e incluso ilegales para abastecer colonias mediante agua extraída de pozos agrícolas (Redin, 2024). En consecuencia, la población de menores ingresos —la que además recibe menos agua— tiene que destinar más dinero y tiempo para procurarse el recurso, enfrentando mayores riesgos de salud por el consumo de agua de dudosa calidad. La compra en rellenadoras o pipas carece de mecanismos de verificación, por lo que se desconoce el origen y la calidad del líquido adquirido.

Frente a este panorama, resultan urgentes acciones para hacer valer la fracción XXII del artículo 14 de la Ley de Aguas Nacionales, que establece: «El uso doméstico y el uso público urbano tendrán preferencia en relación con cualesquier otro uso». Este principio se encuentra en el núcleo de la llamada «nueva cultura del agua», que plantea discernir con claridad las distintas funciones del recurso y priorizar el «agua-vida», indispensable para la supervivencia de los seres humanos y de los demás seres vivos (Arrojo, 2009). La idea también resuena con el primer compromiso del Plan Nacional Hídrico 2024-2030: «Priorizar el acceso al agua para consumo humano y asegurar su disponibilidad». No obstante, la estrategia plasmada en el Plan se inclina por incrementar la oferta a través de

megaproyectos de infraestructura, lo que corresponde al «camino duro del agua», en lugar de redistribuir el agua de mejor calidad ya existente.

Nuestra propuesta se alinea más bien con el «camino suave». En las discusiones sobre distribución, suele prevalecer una visión numérica centrada en los volúmenes concesionados por sector, sin considerar, primero, la enorme heterogeneidad de usuarios dentro de cada sector y, segundo, la importancia del número de concesiones. Así, encontramos que el promedio de agua concesionada por derecho en el sector agrícola es de 96 mil 314 m³; en el industrial, de 371 mil 106 m³; en el público urbano, de 47 mil 145 m³; y en el pecuario, de apenas mil 443 m³. Esta perspectiva, sintetizada en el cuadro 4, ayuda a visibilizar cuántas manos concentran un recurso tan estratégico como el agua.

CUADRO 4. Distribución sectorial del agua en la región centro y promedio de agua concesionada por derecho de uso

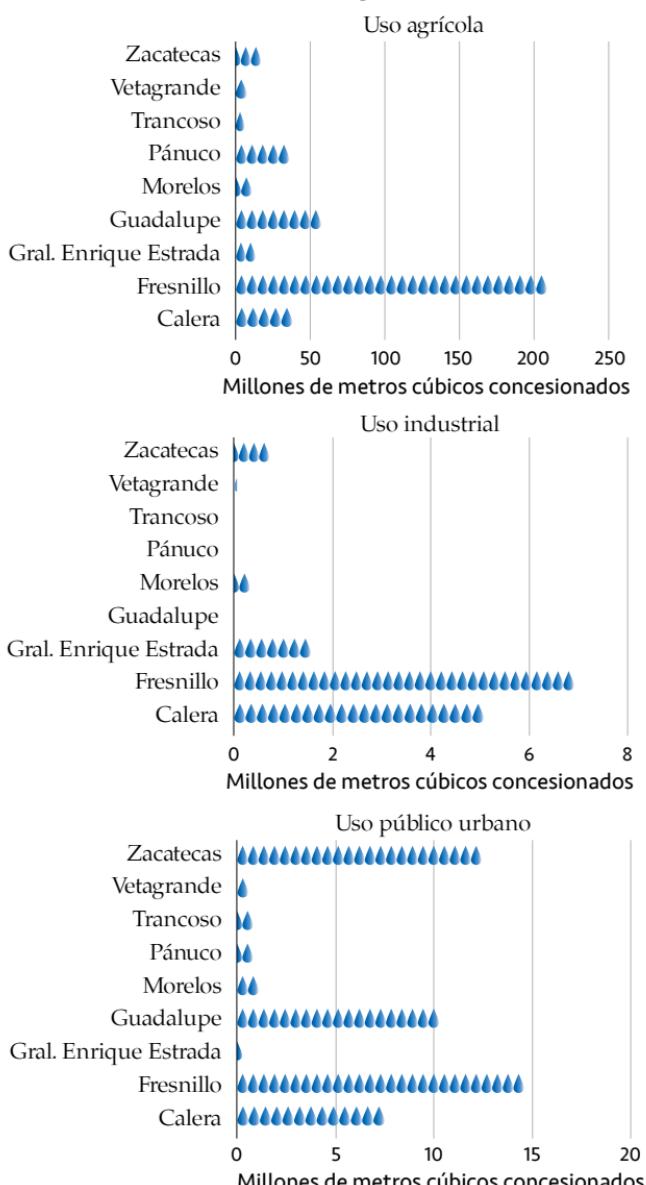
<i>Uso</i>	<i>Número de concesiones</i>	<i>Volumen concesionado</i>	<i>Promedio por concesión</i>
Agrícola	4 134	398 158 382	96 313
Público urbano	1 010	47 616 750	47 145
Industrial	38	14 102 045	371 106
Pecuario	235	339 160	1 443
Otros	329	3 088 255	9 387
Total	5 746	463 304 592	80 631

Fuente: elaboración propia con datos del Repda.

Aunque en los cinco acuíferos de la región el uso principal es el agrícola, seguido por el público-urbano y el industrial, la problemática varía en cada caso. En Guadalupe Bañuelos y Benito Juárez, cerca de la mitad de las extracciones se destina al abasto público-urbano, que incluye no solo los hogares sino también los negocios de la ZCGZ. Su principal problema, además del uso predominante agrícola, son las pérdidas por fugas en el sistema de abastecimiento. En el acuífero Chupaderos, en cambio, prácticamente toda el agua se destina a la agricultura, lo que genera concentración del recurso y contaminación por agroquímicos debido a la agricultura intensiva orientada a la exportación (véase capítulo 4). Por su parte, en el acuífero Calera, aunque el uso agrícola sigue predominando, las correlaciones de poder son más complejas por la presencia de industrias como la Compañía Cervecería de Zacatecas (CCZ), que nuevamente cuenta con un volumen concedido de casi 14 Mm³.

Desde la perspectiva de la nueva cultura del agua y de la justicia hídrica, la operación de capitales extractivos debería permitirse solo cuando los demás usos estén plenamente cubiertos. En este mismo sentido, la distribución municipal de concesiones (véase la gráfica 5) coloca en una situación complicada a los organismos operadores de agua potable. Municipios como Fresnillo, Calera, Guadalupe y Zacatecas requieren mayor presupuesto para garantizar el derecho humano al agua; por ello, la estrategia de redistribución debe ser necesariamente diferenciada.

GRÁFICA 5. Comparativo municipal de la distribución sectorial en la región centro



Fuente: elaboración propia con datos del Repda.

6. Participación ciudadana y comunitaria

La participación de organizaciones comunitarias, grupos universitarios y asociaciones civiles en la toma de decisiones y la gestión del agua es un elemento central del camino suave y de la justicia hídrica que proponemos para afrontar la crisis en la región centro de Zacatecas. Sin ella, la corrupción institucionalizada prevalecerá, conduciendo los recursos públicos a proyectos incapaces de superar la crisis —como el proyecto Milpillas—, pero que coinciden con los intereses de grupos poderosos por mercantilizar el líquido vital y acaparar los recursos hídricos para la acumulación de ganancias privadas.

Gleick lo dijo sin rodeos: «Las organizaciones no gubernamentales, las personas, las instituciones de investigación independientes y otros actores afectados deben participar en las decisiones sobre la gestión del agua» (2000:131). Además, de acuerdo con la visión de justicia hídrica expuesta al inicio de este capítulo, la redistribución de bienes materiales va de la mano —y depende— del reconocimiento cultural y la participación política (Zwarteeven y Boelens, 2014). Como plantea Schlosberg (2007) en su texto seminal al respecto, la justicia ambiental trasciende la mera distribución equitativa de recursos; implica el reconocimiento cultural de las comunidades históricamente marginadas y su participación política en la toma de decisiones. En nuestro caso, esto implica reconocer, para empezar, la legitimidad del Movimiento en Defensa del Territorio y del Río Atenco, que busca sostener el modo de vida campesino de las comunidades directamente amenazadas por el proyecto Milpillas.

La gestión comunitaria importa porque, generalmente, los sujetos locales colectivos conocen su territorio, comparten lazos de pertenencia y asumen corresponsabilidad ante los problemas socioambientales —y los riesgos que los megaproyectos hidráulicos suponen para sus formas de vida—, como lo han demostrado los habitantes organizados de Jiménez del Teul. Sin embargo, con frecuencia no se les incluye temprana ni democráticamente en los análisis y discusiones para decidir sobre el agua y más generalmente sobre los proyectos que impactan sus territorios (Tetreault, McCulligh y Lucio, 2019; Tetreault, Lucio y McCulligh, 2023). Si queremos conservar el agua y proteger los acuíferos, el manejo del agua debe ser de gestión participativa (Tetreault y McCulligh, 2012); un ejercicio de cogobernanza en el que intervienen actores que van más allá del Estado (Molle y Closas, 2020) y que se orienta a la redistribución justa del recurso, conforme a lo propuesto en los ejes anteriores.

Autores como Molle y Closas (2020) sostienen que la combinación más efectiva para la sustentabilidad socioecológica y cultural es cierto grado de autonomía de los usuarios junto con una orientación estatal sólida. No obstante, instituciones llamadas a facilitar esa combinación —como los Consejos de Cuenca y los Cotas— han operado de forma limitada y, en no pocos casos, han derivado en espacios para legitimar acuerdos de élites, excluyendo a campesinos, pequeños productores y organizaciones socioambientales. De ahí la necesidad de reformarlas para que cumplan su cometido público.

Proponemos mecanismos institucionales de participación real y vinculante: que los Consejos de Cuenca

dejen de ser meramente consultivos y adopten decisiones obligatorias, con representación comunitaria paritaria y rotativa, paridad de género, reglas claras de prevención de conflictos de interés y voto informado. Esto requeriría de reforma legal más o menos en línea con la iniciativa ciudadana de Ley General de Aguas, que han venido trabajando redes como la Coalición Agua para Todos, Agua para la Vida. Esta arquitectura deliberativa debe articularse con universidades y centros de investigación —como la Universidad Autónoma de Zacatecas (UAZ), el Instituto Politécnico Nacional (IPN), la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), el Tecnológico Nacional de México (TecNM), las Universidades Politécnicas y la Universidad Tecnológica del Estado de Zacatecas (UTEZac)—, así como con dependencias como Conagua, Jiapaz, Sama, Sader, Secampo y el Consejo Zácatecano de Ciencia, Tecnología e Innovación (Cozcyt), para diseñar e implementar programas de formación, monitoreo independiente de la calidad del agua, planes de ordenamiento territorial y comunitario, y protocolos de redistribución que prioricen el abasto humano y el riego de pequeños productores locales. Ello reduciría la presión sobre los acuíferos, reforzaría la soberanía alimentaria y desplazaría la corrupción institucionalizada que, por años, ha favorecido a los grandes capitales privadas y extranjeras.

Concretamente, planteamos: *a)* Monitoreo comunitario de calidad del agua y de extracciones, con laboratorios de referencia universitarios, datos abiertos y auditorías sociales periódicas. *b)* Contralorías ciudadanas y presupuestos participativos hídricos para definir prioridades de inversión (rehabilitación de redes, reúso y tratamiento, recarga,

microrreservorios, tecnificación a pequeña escala). c) Cláusulas de prelación y solidaridad hídrica en los proyectos que se apegan al principio de dar prioridad al agua-vida y funciones ecosistémicas, después usos productivos esenciales y socialmente pertinentes, y al final, operaciones que requiere el agua como un insumo para actividades económicas privadas. d) Consentimiento libre, previo e informado para cualquier proyecto en territorios campesinos y ejidales. e) Enfoque de género e interseccionalidad en la gobernanza del agua que incluye el reconocimiento del trabajo de cuidado y de los saberes de las mujeres en el aseguramiento cotidiano del abasto.

Asimismo, la unión de esfuerzos interinstitucionales debe traducirse en equipos mixtos (comunidades-academia-gobierno) que evalúen de manera técnica e imparcial la calidad del agua y definan la deseabilidad de flujos que garanticen el agua de mejor calidad para el abasto humano, canalice calidades no potables a usos agrícolas adecuados, y fortalezca infraestructura descentralizada (captación pluvial, tratamiento local, micropresas filtrantes) con mantenimiento comunitario y cofinanciamiento escalonado.

En última instancia, el agua es vida. Por eso, además de fortalecer la gestión comunitaria, es indispensable elevar los estándares de transparencia y rendición de cuentas: padrones y títulos públicos y actualizados, medidores obligatorios con telemetría auditada, trazabilidad de concesiones y cesiones, y sanciones efectivas al mercado negro del agua. No podemos seguir esperando pasivamente que los gobiernos en turno aumenten la oferta a costa de comunidades enteras. La democratización de la política

hídrica —con participación vinculante, reconocimiento cultural y redistribución justa— no solo es viable y más económica que el «camino duro»; es, sobre todo, más justa y sostenible en el largo plazo.

Conclusiones

El análisis desarrollado a lo largo de este libro permite comprender la crisis hídrica que atraviesa la región centro de Zacatecas como un fenómeno complejo y multidimensional. Lejos de reducirse a la falta de agua en términos absolutos, dicha crisis se explica por la interacción de factores históricos, estructurales y políticos que han configurado patrones de extracción, distribución y consumo profundamente desiguales. Esta perspectiva nos aleja de las visiones simplistas que atribuyen la escasez únicamente a la variabilidad climática o a la insuficiencia de infraestructura, y nos acerca a una comprensión político-ecológica que reconoce al agua como un bien común atravesado por relaciones de poder.

En el primer capítulo planteamos el marco teórico que guía este trabajo, sustentado en los conceptos de territorios hidrosociales, acaparamiento de agua, hidroextractivismo y corrupción institucionalizada. Desde esta perspectiva, los espacios hidrosociales no se producen únicamente mediante flujos físicos de agua e infraestructura, sino también a través de discursos, imaginarios y prácticas simbólicas que configuran relaciones de poder. El acaparamiento de agua y el hidroextractivismo se presentan como dos momentos analíticos distintos pero interrelacionados: el primero remite a los mecanismos legales y políticos que permiten al capital apropiarse de derechos de uso; el segundo, a la intensificación de la extracción y la contaminación

con fines de acumulación. Ambos procesos son facilitados por la corrupción institucionalizada, entendida como un entramado normativo y administrativo que legitima y reproduce el despojo. Este andamiaje conceptual permitió vincular procesos históricos, dinámicas actuales y horizontes alternativos, sirviendo de hilo conductor para el análisis desarrollado en los capítulos siguientes.

En el segundo capítulo examinamos la conformación histórica e institucional del territorio hidrosocial zacatecano. Mostramos cómo, desde la Colonia, la minería, la concentración agraria y la construcción de infraestructura hidráulica moldearon el acceso y el control del agua en función de los intereses de élites económicas. Aunque la Revolución Mexicana introdujo mecanismos de redistribución, en la región centro de Zacatecas estos fueron limitados por procesos de fraccionamiento que perpetuaron el dominio privado sobre tierras y acuíferos de mejor calidad. En el siglo XX, las políticas de irrigación y la expansión de pozos profundos reforzaron la dependencia de aguas subterráneas, mientras que las reformas neoliberales de los años noventa consolidaron la mercantilización del recurso y facilitaron el acaparamiento por actores corporativos como Grupo Modelo. El resultado ha sido un territorio hidrosocial marcado por la sobreexplotación, la desigualdad en el acceso y la reproducción de un modelo hidroextractivista.

En el tercer capítulo analizamos las dinámicas actuales que configuran el territorio hidrosocial de la región centro de Zacatecas, evidenciando la sobreexplotación de los acuíferos y las incertidumbres derivadas de estimaciones de recarga y de cálculos basados en concesiones más que en mediciones directas, en un contexto de bajo monitoreo,

escasa inspección y subdeclaración. Mostramos cómo la corrupción institucionalizada sostiene un mercado negro de transmisiones que favorece el acaparamiento y consolida un patrón hidroextractivista en la agricultura, la minería y la industria de bebidas. Asimismo, pusimos de relieve cómo estas dinámicas han dado lugar a una situación de injusticia hídrica, en la que el agua de mejor calidad es acaparada por actores privados poderosos, mientras que el suministro público urbano depende en gran medida de fuentes contaminadas con flúor, arsénico y otros metales pesados por encima de la norma. Finalmente, la operación parcial de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR), junto con otras fuentes de contaminación (rellenos y agroquímicos), refuerza un escenario en el que la gestión del agua se subordina a la acumulación de capital antes que a la justicia hídrica.

El cuarto capítulo mostró cómo el sector agrícola constituye el principal consumidor de agua en la región, con aproximadamente 88% del volumen concesionado. A través de los conceptos de huella hídrica y agua virtual, examinamos cómo los cultivos de exportación —ajo, cebolla, alfalfa, cebada, entre otros— han intensificado la presión sobre los acuíferos, desplazando cultivos básicos y generando dinámicas agroextractivistas que exportan agua virtual en forma de mercancías agrícolas. La tecnificación del riego, lejos de disminuir la sobreexplotación, ha agudizado la paradoja de Jevons; es decir, una mayor eficiencia ha impulsado la expansión de la frontera agrícola irrigada, al grado de que el volumen de agua utilizado para producir los principales cultivos en la región casi se duplicó entre 2003 y 2022. Este patrón refleja cómo las políticas públicas han priorizado

la rentabilidad de ciertos cultivos y la inserción en cadenas globales de valor, antes que la sostenibilidad hídrica y la soberanía alimentaria local.

El quinto capítulo se centró en el proyecto Milpillas, concebido por los gobiernos estatal y federal como la «solución» a la crisis hídrica de Zacatecas. A través de un análisis crítico de la Manifestación de Impacto Ambiental y con base en múltiples investigaciones previas, mostramos que se trata de un megaproyecto incapaz de revertir la sobreexplotación de los acuíferos. Con una aportación estimada de apenas 41 Mm³/año, frente a un déficit superior a 260 Mm³/año, la presa resulta claramente insuficiente. Además, implicaría impactos socioambientales devastadores para las comunidades de Jiménez del Teul y la cuenca del río Atenco, reforzando patrones de hidroextractivismo y despojo. Su impulso ha estado acompañado de campañas de desinformación, intentos de cooptación y represión contra la resistencia organizada, lo que evidencia que la lógica que lo sustenta es más política y económica que ambiental o social.

El sexto capítulo propuso una vía alternativa: el camino suave del agua. Retomando planteamientos teóricos y experiencias locales, articulamos seis ejes complementarios: 1) ordenamiento y vigilancia del sistema de concesiones; 2) reconversión agroecológica y soberanía alimentaria; 3) recarga de acuíferos y restauración de ecosistemas; 4) uso más eficiente del agua y aprovechamiento de fuentes alternativas; 5) priorización del agua de mejor calidad para necesidades humanas básicas; y 6) participación ciudadana y comunitaria en la gestión hídrica. Estas propuestas, sustentadas en experiencias empíricas, planes técnicos y prácticas comunitarias, demuestran que existen alternativas viables,

más económicas y sostenibles que los megaproyectos. Sobre todo, plantean una democratización de la política hídrica basada en el reconocimiento cultural, la redistribución equitativa y la participación vinculante de las comunidades.

En conjunto, los hallazgos de este libro permiten afirmar que la crisis hídrica de Zacatecas no se resolverá con la construcción de una gran presa, sino con una transformación profunda en la forma de entender y gestionar el agua. Ello requiere reconocer al agua como un bien común indispensable para la vida y no como un insu-
mo mercantil disponible para quienes tienen mayor poder económico o político. Supone también fortalecer las instituciones públicas con transparencia y rendición de cuentas, pero al mismo tiempo abrirlas a la participación comunitaria y a la vigilancia social. Implica transitar de un modelo extractivista que agota y privatiza el recurso, hacia un modelo de justicia hídrica que garantice el derecho humano al agua, preserve los ecosistemas y asegure la viabilidad de las generaciones futuras.

La disputa por el agua en Zacatecas es, en última instancia, una lucha por la vida. ¿Se profundizará el hidroextractivismo que concentra beneficios y produce daños sociales y ambientales? ¿O se consolidará un horizonte de sustentabilidad, democracia y justicia hídrica basado en el camino suave? Las respuestas dependerán no solo de la voluntad política de los gobiernos, sino también de la capacidad de las comunidades, organizaciones sociales y académicas para articular propuestas, resistencias y alternativas. Este libro ha buscado contribuir a esa construcción colectiva, convencidos de que el agua, como bien vital, debe gestionarse de manera participativa, justa y sostenible.

Referencias

- Aboites, L. (2009). *La decadencia del agua de la nación: Estudio sobre desigualdad social y cambio político en México, Segunda mitad del siglo xx*. Ciudad de México: El Colegio de México.
- Aboites, L., Birrichaga Gardida, D. y Garay Trejo, J.A. (2010). El manejo de las aguas mexicanas en el siglo xx. En Jiménez, B.; Torregrosa, M.L. y Aboites, L. (eds.), *El agua en México: Cauces y encauces* (pp. 21-49). Ciudad de México: Academia Mexicana de Ciencias.
- Acosta, A. (2012). Extractivismo y neoextractivismo: dos caras de la misma maldición. En Grupo Permanente de Trabajo sobre Alternativas al Desarrollo (ed.), *Más alla del desarrollo* (pp. 83-118). Quito: Edicions Abya Yala/Fundación Rosa Luxemburgo.
- Acosta, A. (2016). Aporte al debate: El extractivismo como categoría de saqueo y devastación. *Forum for inter-american research*, 9(2), pp. 25-33.
- Acosta, I.L. (2010). *América Latina: capital, trabajo y agricultura en el umbral del tercer milenio*. México: MAPorrúa.
- Aguilar-García, R. (2021). Restauración agroecológica para captar y aprovechar agua de lluvia en el semiárido. *Ciencias y Humanidades*, 1, pp. 23-26.
- Alfaro de la Torre, M.C., Ortiz Pérez, M.D., Alarcón, M.T., Martínez Cruz, D.A. y Ledón, J.M. (2021). Concentraciones de arsénico y fluoruro en agua subterránea. En Del Razo, L.M., Ledón J.M. y Velasco, M.N. (coords.), *Hacia el*

- cumplimiento del Derecho Humano al Agua. Arsénico y fluoruro en agua: riesgos y perspectivas desde la sociedad civil y la academia en México* (pp. 40-58). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Alfaro Rodríguez, E. (2012). Devastación ecológica y contaminación ambiental en Zacatecas. Periodo colonial y siglo XIX. En Rivera, P. y Foladori, G. (coords.), *Medio Ambiente e insustentabilidad en Zacatecas* (pp. 45-66). Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte.
- Altieri, M. (1995). *Agroecology: the science of sustainable agriculture*. Boulder: Westview Press.
- Altieri, M. y Toledo, V.M. (2011). La revolución agroecológica de América Latina: rescatar la naturaleza, asegurar la soberanía alimentaria y empoderar al campesino. *El otro derecho*, 42, pp. 163-201.
- Alvarado, S. (4 de marzo de 2019). Destruye Modelo medio ambiente. *NTR Zacatecas*. Recuperado de <https://ntrzacatecas.com/2019/03/destruye-modelo-medio-ambiente/>
- Andreucci, D., García-Lamarca, M., Wedekind, J. y Swyngedouw, E. (2017). «Value grabbing»: a political ecology of rent. *Capitalism Nature Socialism*, 28(3), pp. 28-47.
- Armienta, M.A. y Segovia, N. (2008). Arsenic and fluoride in the groundwater of Mexico. *Environmental Geochemistry and Health*, 30(4), pp. 345-353.
- Arrojo, P. (2006). Las funciones del agua: valores, derechos, prioridades y modelos de gestión. En Barkin, D. (coord.), *La gestión del agua urbano en México. Retos, debates y bienestar* (pp. 47-56). Guadalajara: Universidad de Guadalajara.
- Arrojo, P. (2009). El reto ético de la crisis global del agua. *Relaciones Internacionales*, 12, pp. 33-53.

- Benita, F.J. y Gaytán Alfaro, E.D. (2011). Concentración de las industrias manufactureras en México: el caso de Zacatecas. *Frontera Norte*, 23(45), pp. 67-96.
- Bieler, A. y Moore, M. (2023). Water grabbing, capitalist accumulation and resistance: conceptualising the multiple dimensions of class struggle. *Global Labour Journal*, 14(1), p. 2.
- Biswas, A. (2010). Water for a thirsty urban world. *Brown Journal of World Affairs*, 27(1), pp. 147-162.
- Boelens, R., Cremers, L. y Zwartveeën, M. (2011). Justicia hídrica: acumulación de agua, conflictos y acción de la sociedad civil. *Serie Agua y Sociedad*, 15, sección Justicia Hídrica. Fondo editorial PUCP.
- Boelens, R., Hoogesteger, J., Swyngedouw, E., Vos, J. y Wester, P. (2016). Hydrosocial territories: a political ecology perspective. *Water International*, 41(1), pp. 1-14.
- Borrego Estrada, G. (1987). *Primer informe de gobierno*. Zacatecas: Gobierno del Estado de Zacatecas.
- Borrego Estrada, G. (1988). *Segundo informe de gobierno*. Zacatecas: Gobierno del Estado de Zacatecas.
- Calderón, K. (26 de julio de 2019). Agua de consumo es de buena calidad: Conagua y JIAPAZ. *NTR*. Recuperado de <https://ntrzacatecas.com/2019/07/agua-de-consumo-es-de-buena -calidad-conagua-y-jiapaz/>
- Carrillo-Rivera, J., Peñuela-Arévalo, L., Huizar, R., Cardona, A., Ortega-Guerrero, M., Vallejo, J. y Hatch-Kuri, G. (2016). Conflictos por el agua subterránea. En Moncada, O. y López, Á. (eds.), *Geografía de México. Una reflexión espacial contemporánea* (pp. 151-166). México: Instituto de Geografía-Universidad Nacional Autónoma de México.

- Castillo Torres, N. (2008). *Introducción del cultivo de canola en 6 acuíferos sobre explotados del estado de Zacatecas.* Manuscrito de Conagua Zacatecas no publicado.
- Castro Soto, G. (2019). La presa Milpillas. La trampa del «desarrollo». *El Escaramujo*, 89, pp. 1-11.
- Castro, J.E., Kloster, K. y Torregrosa, M.L. (2004). Ciudadanía y gobernabilidad en México: el caso de la conflictividad y la participación social en torno a la gestión del agua. En Jiménez, B. y Marín, L. (eds.), *El agua en México vista desde la academia* (pp. 339-369). México: Academia Mexicana de Ciencias.
- Catalán Lerma, M. (14 de abril de 2025). Presa de Milpillas no se hará a la fuerza; se buscará consenso con ejidatarios: Sheinbaum. *La Jornada Zacatecas*. Recuperado de <https://ljz.mx/14/04/2025/presa-de-milpillas-no-se-hara-a-la-fuerza-se-buscará-consenso-con-ejidatarios-sheinbaum/>
- Cerón, L., Sarria, J., Torres, J. y Soto-Paz, J. (2021). Agua subterránea: tendencias y desarrollo científico. *Información Tecnológica*, 32(1), pp. 47-56.
- Chapagain, A.K. y Hoekstra, A.Y. (2004). *Water footprints of nations. Volume 2 Appendices*. Delft: UNESCO-IHE.
- Chávez Ruiz, L. (2006). Reconversion productiva y perspectivas del sector agropecuario en Zacatecas. *Carta Económica Regional*, 18(96), pp. 17-26.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (1998). *Estudio para evaluar la contaminación de los acuíferos donde están ubicadas las fuentes de abastecimiento para agua potable de las ciudades de Zacatecas, Guadalupe y poblaciones circunvecinas*. Guadalupe: Conagua-Departamento de Aguas Subterráneas.

- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2011). *Plan de manejo integral de los acuíferos Calera, Chupaderos y Aguanaval, Zac.* Zacatecas: Conagua.
- Comisión Nacional del Agua (Conagua) (2023). *Inventario Nacional de Plantas Municipales de Potabilización y de Tratamiento de Aguas Residuales en Operación.* México: Conagua.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) (2020). *Informe de pobreza y evaluación 2020. Zacatecas.* México: Coneval.
- Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (Coneval) (2022). *Informe de pobreza y evaluación 2022. Zacatecas.* México: Coneval.
- Damonte, G. y Lynch, B. (2016). Cultura, política y ecología política del agua: una presentación. *Anthropologica*, 34(36), pp. 5-21.
- Diario Oficial de la Federación* (16 de mayo de 1960). Decreto que establece veda por tiempo indefinido para el alumbramiento de aguas del subsuelo en la zona del estado de Zacatecas, que comprende la cuenca media del río Aguanaval y otros. Recuperado de <https://www.dof.gob.mx/>
- Esparza Flores, M. (2015). Concentración urbana, contaminación e insuficiencia de la gestión ambiental en Zacatecas. Ponencia presentada en el 20 Encuentro Nacional sobre Desarrollo Regional en México. Cuernavaca, Morelos, del 17 al 20 de noviembre de 2015. AMECIDER-CRIM, UNAM.
- Foster, J.B. (1999). Marx's theory of metabolic rift: classical foundations for environmental sociology. *American Journal of Sociology*, 105(2), pp. 366-405.
- Frederiksen, T. y Himley, M. (2019). Tactics of dispossession: access, power, and subjectivity at the extractive frontier.

- Transactions of the Institute of British Geographers*, 45, pp. 50-64.
- Galimberti, C., Astudillo, F. y Roldán, D. (2020). Agua, territorios y justicia espacial. *A&P Continuidad*, 7(12), pp. 6-9.
- Gleick, P. (2000). The changing water paradigm: a look at Twenty-first Century water resources development. *Water International*, 25(1), pp. 127-138.
- Gleick, P. (2002). Soft water paths. *Nature*, 418, pp. 373.
- Gobierno de México (2024). *Plan Nacional Hídrico 2024-2030*. México: Gobierno de México.
- Gobierno del Estado de Zacatecas (1992). *Plan Estatal de Desarrollo 1992-1998*. Zacatecas: Gobierno del Estado de Zacatecas.
- Gobierno del Estado de Zacatecas (1995). *Programa de Mediano Plazo 1995-1998. Sector Agropecuario*. Zacatecas: Gobierno del Estado de Zacatecas.
- Gobierno del Estado de Zacatecas (2011). *Plan Estatal de Desarrollo 2010-2016*. Periódico Oficial, CXXI(4), pp. 1-254.
- Gobierno del Estado de Zacatecas (2021). *Plan Estatal de Desarrollo 2022-2027*. Periódico Oficial, CXXXI(103), pp. 1-239.
- Gobierno del Estado de Zacatecas, et al. (2002). *Plan de acción de la presa la zacatecana para la contención de metales pesados municipio*. Recueprado de <http://www.inecc.gob.mx/descargas/sqre/zacatecana.pdf>.
- Gómez-Arias, W. y Moctezuma, A. (2020). Los millonarios del agua. Una aproximación al acaparamiento del agua en México. *Argumentos*, 93, pp. 17-38.
- González Dávila, O. (2011). Assessment of the exposure of arsenic and fluoride from drinking water in the city of Guadalupe, Zacatecas. *World Congress on Water, Climate and Energy*. Recueprado de <https://www.academia>.

<https://doi.org/10.1186/s13673-019-0290-6>
edu/1563807/Assessment_of_the_Exposure_to_Arsenic_and_Fluoride_from_Drinking_Water_in_the_City_of_Guadalupe_Zacatecas_Mexico

- González-Trinidad, J., Chávez Carlos, D., Villalobos de Alba, A.A., Bautista Capetillo, C.F., Veyna Gómez, A.I. (2012). Ordenamiento territorial del municipio de Zacatecas. Trabajo de Campo. En López Barbosa, L.A., Aboites Manrique, G. y Martínez Gómez, F. (comps.), *Globalización y agricultura. Nuevas perspectivas en la sociología rural* (pp. 1-14). Saltillo: UAAAN/UAdC.
- González-Trinidad, J., Júnez-Ferreira, J.E., Bautista-Capetillo, C., Ávila Dávila, L. y Robles Rovelo, C.O. (2020). Improving the water-use efficiency and the agricultural productivity: an application case in a modernized semiarid region in North-Central Mexico. *Sustainability*, 12, p. 8122.
- Görg, C., Plank, C., Wiedenhofer, D., Mayer, A., Pichler, M., Schaffartzik, A. y Krausmann, F. (2020). Scrutinizing the great acceleration: the Anthropocene and its analytic challenges for social-ecological transformations. *The Anthropocene Review*, 7(1), pp. 42-61.
- Gudynas, E. (2010). El nuevo extractivismo del siglo XXI. Diez tesis sobre el extractivismo bajo el progresismo sudamericano actual. *Revista Memoria*, 242/243(12-17), pp. 24-30.
- Hatch-Kuri, G. (2017). Agua subterránea en México: retos y pendientes para la transformación de su gestión. En Denzin, C., Taboada, F. y Pacheco-Vega, R. (eds.), *El agua en México. Actores, sectores y paradigmas para una transformación social-ecológica* (pp. 149-170). México: Fundación Friedrich Ebert.
- Harvey, D. (2003). *The new Imperialism*. Nueva York: Oxford University Press.

- Hernández-Ramírez, D., Castro-Guijarro, I. y Pérez-García, V.M. (2022). Revisión sistémica de información en torno a problemas ambientales del estado de Zacatecas, México. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales*, 18(3), pp. 73-78.
- Hewitt de Alcántara, C. (1980). *La modernización de la agricultura mexicana 1940-1970*. Ciudad de México: Siglo XXI.
- Hoekstra, A. y Hung, P. (2002). *Virtual water trade. A quantification of virtual water flows between nations in relation to international crop trade*. Value of water research report series No. 11. Delft: RIVM y IHE.
- Hommes, L., Boelens, R., Bleeker, S., Duarte-Abad, B., Stolttenborg, D. y Vos, J. (2020). Water governmentalities: the shaping of hydrosocial territories, water transfers and rural-urban subjects in Latin America. *Nature and Space*, 3(2), pp. 399-422
- Hoogesteger, J. (2018). The Ostrich politics of groundwater development and neoliberal regulation in Mexico. *Water Alternatives*, 11(3), pp. 552-571
- Hoogesteger, J. y Wester, P. (2018). Gestión del agua subterránea de uso agrícola: los retos de la sostenibilidad socio-ambiental y la equidad. *Cuadernos de Geografía*, 101, pp. 51-70.
- Hurtado Hernández, E. (2005). Conflictos por el uso productivo agrario del agua en Zacatecas a fines del siglo XVIII. En Miño Grijalva, M. y Hurtado Hernández, E. (eds.), *Los usos del agua en el centro y norte de México. Historiografía, tecnología, conflictos* (pp. 83-115). Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2022). *Censo Agropecuario 2022. Resultados definitivos. Zacatecas*.

- Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/ca/2022/doc/ca2022_rdZAC.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2024a). *Aspectos geográficos de Zacatecas. Compendio 2022.* Aguascalientes: INEGI.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2024b). *Producto interno bruto por entidad federativa (PIBE), Zacatecas.* Comunicado de prensa número 765/24. Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2024/PIBEF/PIBEF2023_Zac.pdf
- Kauffer, E. (2018). Pensar el extractivismo en relación con el agua en América Latina: hacia la definición de un fenómeno sociopolítico contemporáneo multiforme. *Sociedad y Ambiente*, 6(16), pp. 33-57.
- Kauffer, E. (2021). Hidroextractivismo en la cuenca del Usumacinta: entre dinámicas transfronterizas y diferenciaciones fronterizas. *Trace*, 80, pp. 171-199,
- Kloster, K. (2016). *Las luchas por el agua en México (1990-2010).* México: Universidad Autónoma de la Ciudad de México.
- Larsimont, R. (2014). Ecología política del agua: reflexiones teóricometodológicas para el estudio del regadío en la provincia de Mendoza. Ponencia presentada en el 2do Encuentro de Investigadores en Formación en Recursos Hídricos, Instituto Nacional del Agua, Buenos Aires, Argentina, 9 y 10 de octubre.
- Lefebvre, H. (2013). *La producción del espacio.* Madrid: Capitán Swing.
- León, C. (13 de enero de 2025). Un peligro, manejo de aguas residuales. *NTR*.
- Luna-Nemecio, J. (2024). Huella territorial del hidroextractivismo en México: análisis territorial y genético estructural

- sobre el conflicto socioambiental por el Proyecto Integral Morelos. *Territorios*, 49, pp. 1-27.
- Maganda, C. (2008). ¿Agua dividida, agua compartida? Acuíferos transfronterizos en Sudamérica, una aproximación. *Estudios Políticos*, 32, pp. 171-194.
- Mandloi, D., Khare, D. y Pareek, T. (2011). Rain water harvesting in Indore City: a demanding need for sustainable development. *Journal of Chemical, Biological and Physical Sciences*, 1(1), pp. 88-101.
- Márquez Herrera, A. (1990). *Historia de la cuestión agraria mexicana. Estado de Zacatecas, volumen 1, 1530-1910*. Ciudad de México y Zacatecas: Juan Pablos Editor/Gobierno del Estado de Zacatecas/Universidad Autónoma de Zacatecas/CEHAM.
- Martínez Acuña, M., Mercado-Reyes, M., Alegría Torres, J. y Mejía Saavedra, J. (2016). Preliminary human health risk assessment of arsenic and fluoride in tap water from Zacatecas, Mexico. *Environmental Monitoring Assessment*, 188(1), pp. 475-488.
- Marx, K. (2009). *El Capital. Tomo III, vol. 8. El proceso global de la producción capitalista*. México: Siglo XXI.
- McCulligh, C. (2017). *Alcantarilla del progreso: industria y Estado en la contaminación del río Santiago en Jalisco* (tesis de doctorado). Guadalajara, CIESAS Occidente.
- McCulligh, C. y Carmona, A. (2024). Los múltiples cinismos de «salvar» al río Santiago. *Aristegui noticias*. Recuperado de <https://aristeguinoticias.com/1505/opinion/los-multiples-cinismos-de-salvar-al-rio-santiago-articulo-de-cindy-mcculligh-y-alan-carmona/>

- McCulligh, C. y Tetreault, D. (2017). Water management in Mexico. From concrete-heavy persistence to community-based resistance. *Water Alternatives*, 10(2), pp. 341-369.
- McCulligh, C., Arellano-García, L. y Casas-Beltrán, D. (2020). Unsafe waters: the hydrosocial cycle of drinking water in Western Mexico. *Local Environment*, 25(8), pp. 576-596.
- McKay, B.M., Alonso-Fradejas, A. y Ezquerro-Cañete, A. (coords.) (2022). *Extractivismo agrario en América Latina*. Buenos Aires: Clacso.
- McMichael, P. (2015). A comment on Henry Bernstein's way with peasants, and food sovereignty. *The Journal of Peasant Studies*, 42(1), pp. 193-204.
- Medina-Pizzali, M., Robles, P., Mendoza, M. y Torres, C. (2018). Ingesta de arsénico: el impacto en la alimentación y la salud humana. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35, pp. 93-102.
- Mehta, L., Veldwisch, G.J. y Franco, J. (2012). Introduction to the special issue: water grabbing? Focus on the (re)appropriation of finite water resources. *Water Alternatives*, 5(2), pp. 193-207.
- Molina Frechero, N., Sánchez Pérez, L., Castañeda Castaneira, E., Oropeza Oropeza, A., E.G., Salas Pacheco, J., y Bollogna Molina, R. (2013). Drinking water fluoride levels for a city in Northern Mexico (Durango) determined using a direct electrochemical method and their potential effects on oral health. *The Scientific World Journal*. Article ID 186392, pp. 1-6.
- Molle, F. (2023). Aquifer recharge and overexploitation: the need for a new storyline. *Groundwater*, 61(3), pp. 293-294.

- Molle, F. y Closas, A. (2020). Why is state-centered ground-water governance largely ineffective? A review. *WIREs Water*, 7, p. e1395.
- Moore, J. (2020). *El capitalismo en la trama de la vida. Ecología y acumulación de capital*. Madrid: Traficantes de Sueños.
- Muñoz Morales, I. (2023). Reflexiones eco políticas para el análisis de la intensificación agrícola bajo modalidad de riego en Zacatecas. *Argumentos. Revista de crítica social*, 28, pp. 79-106.
- Muñoz Morales, I. y Tetraeault, D. (2020). Reconversión agrícola a la cebada para la producción de cerveza en Zacatecas. *Carta Económica Regional*, 33(126), pp. 133-156.
- Navarro, M.L. (2015). *Luchas por lo común. Antagonismo social contra el renovado cercamiento y despojo capitalista de los bienes naturales en México*. Ciudad de México y Puebla: Bajo Tierra/Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.
- Nixon, B. (2011). *Slow violence and the environmentalism of the poor*. Cambridge y Londres: Harvard University Press.
- Ollaquindia, R. (7 de julio de 2018). Detecta ASF irregularidades en proyecto de la presa Milpillas. *La Jornada Zacatecas*. Recuperado de <https://ljz.mx/07/07/2018/detecta-asf-irregularidades-en-proyecto-de-la-presa-milpillas/>
- Olvera, D. (9 de junio de 2025). Los ranchos de los Monreal en Zacatecas no sufren por agua: la chupan del subsuelo. *SinEmbargo*. Recuperado de <https://www.sinembargo.mx/4659570/los-ranchos-de-los-monreal-en-zacatecas-no-sufren-por-agua-la-chupan-del-subsuelo/>
- Orta Valdez, C. (23 de junio de 2025). Sin recursos ni mantenimiento, 55% del agua sucia va al ambiente. *Mega*

- Noticias*. Recuperado de <https://www.meganoticias.mx/zacatecas/noticia/sin-recursos-ni-mantenimiento-55-del-agua-sucia-va-al-ambiente/636014>
- Ortega Neri, A. (29 de septiembre de 2020). Proyecto Milpillas, plagado de negociaciones malogradas, discordia e irregularidades. *La Jornada Zacatecas*. Recuperado de <https://ljz.mx/29/09/2020/proyecto-milpillas-plagado-de-negociaciones-malogradas-discordia-e-irregularidades/>
- Ortiz Guzmán, M., Dino, M. y Morales Domínguez, V.J. (2012). Presas de ferrocemento, opción económica para retención de agua pluvial: caso de estudio. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 33(2), pp. 14-22.
- Pámanes Ecobedo, F. (1977). *Tercer informe de gobierno*. Zacatecas: Gobierno del Estado de Zacatecas.
- Pámanes Escobedo, F. (1979). *V Informe de Gobierno*. Zacatecas: Gobierno del Estado de Zacatecas.
- Peniche, S. y Ávila, P. (2012). Exploración del concepto de exportación de agua virtual: el caso de la fresa mexicana. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(8), pp. 1579-1590.
- Pineda Ramírez, C.E. (2023). Un marxismo ecológico para América Latina. En Ávila Rojas, O. (ed.), *De Marx a las luchas actuales en una América Latina*. Medellín: Editorial Diké / Universidad Santiago de Cali, pp. 211-262.
- Ramírez Miranda, C., Vera Salvo, R. y Gómez Sánchez, P. (1990). *Historia de la cuestión agraria mexicana. Estado de Zacatecas. Vol. III. 1940-1985*. Zacatecas: Juan Pablos Editor/Gobierno del Estado de Zacatecas/Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Ramírez-Herrera, M., Rodríguez Gutiérrez, E., Gutiérrez Mauricio, A.M., Flores de la Torre, J.A. (2023). Minería: salud en riesgo y pobreza en Fresnillo, Zacatecas.

RELIGACION. Revista de Ciencias Sociales y Humanidades, 8(36), p. e2301068.

- Redin, H. (2024). Acceso al agua en asentamientos irregulares para personas adultas mayores en situación de inseguridad hídrica. En Klein, A. y Leeson, G. (ed.). *The political, social and environmental aspects of individual and population ageing* (pp. 10-22). Oxford Institute of Population Ageing.
- Reis, N. (2014). Coyotes, concessions and construction companies: illegal water markets and legally constructed water scarcity in central Mexico. *Water Alternatives*, 7(3), pp. 542-560.
- Reveles Delijorge, E. (6 de febrero de 2019). Proyectos alternativos para la gestión del agua en el corredor Fresnillo-Zacatecas. Ponencia presentada en VI Seminario de Pensamiento Crítico. La presa Milpillas y la crisis del agua en Zacatecas. Perspectivas críticas y voces de los afectados, Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Rivera, P. y Aguilar, A. (2015). La gestión integral del agua en zonas urbanas: caso de estudio Zacatecas-Guadalupe, México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 6(3), pp. 125-142.
- Rivera-Castañeda, P. y Vázquez-González, B. (2014). Entre crecimiento poblacional y deterioro ambiental: el caso de Zacatecas, Guadalupe y Fresnillo. *Ra Ximhai*, 10(6), pp. 23-43
- Rivera, P., Chávez, R. y Rivera Salinas, F. (2018). Avances y límitantes en el tratamiento del agua residual del estado de Zacatecas. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 9(1), pp. 113-123.
- Robbins, P., Hintz, J. y Moore, A. (2010). *Environment and society. A critical introduction*. Chichester: Wiley-Blackwell.
- Rodríguez Navarro, G.E. (2024). *Caminos contra el despojo: lucha por el agua en Jiménez del Teul* (tesis de doctorado). Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

- Rodríguez Navarro, G.E., Uribe Sierra, S.E. y Tetreault, D. (2018). La desinformación oficial sobre la presa Milpillas: una estrategia de despojo territorial. *Observatorio del Desarrollo*, 8(21), pp. 79-85.
- Rodríguez Ruiz, J. (2003). Análisis del parque industrial de Calera, Zacatecas: alcances y limitaciones de un proyecto planeado. *Carta Económica Regional*, 15(83), pp. 3-13.
- Rodríguez Sánchez, A. y López Torres, B.J. (2022). Dominio empresarial del agua en la región centro de Zacatecas, México. Redes hidrosociales y producción del espacio rural. *WATERLAT-GOBACIT Network Working Papers*, 9(2), pp. 29-49.
- Rosset, P., Machín Sosa, B., Roque Jaime, A.M. y Ávila Lozano, D.R. (2011). The Campesino-to-Campesino agroecology movement of ANAP in Cuba: social process methodology in the construction of sustainable peasant agriculture and food sovereignty. *Journal of Peasant Studies*, 38(1), pp. 161-191.
- Ruiz Aguilar, R.F. (2023). *Diagnóstico y propuesta de manejo de residuos sólidos orgánicos en El Orito, Zacatecas* (tesis de maestría). Zacatecas: Universidad Autónoma de Chapango.
- Ruiz Garduño, R.R. y Cid Rodríguez, R. (1999). *La unión de ejidos Guillermo Aguilera Cabrera de Fresnillo, Zacatecas: propuesta alternativa de desarrollo rural ante la política agropecuaria actual* (tesis de Maestría). Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.
- Sánchez, J., Hatch, G. y Luna, H. (2019). Agua y poder: el control del agua subterránea en Amazcala. *Revista Nthe*, 27, pp. 27-32.

- Schlosberg, D. (2007). *Defining environmental justice. Theories, movements, and nature*. Oxford: Oxford University Press.
- Secretaría de Economía (1956). *Estadísticas sociales del Porfiriato 1877-1910*. México: Secretaría de Economía.
- Servin-Palestina, M., Martinez-Ruiz, A. y Echavarria-Chavez, F.G. (2022). Optimization of water for agriculture from the Calera Zacatecas aquifer. *Journal of Natural and Agricultural Sciences*, 9(24), pp. 28-35.
- Shah, T., Deb, A., Qureshi, A. y Wang, J. (2003). Sustaining Asia's groundwater boom: an overview of issues and evidence. *Natural Resources Forum*, 27, pp. 130-141.
- Smith, N. (2020). *Desarrollo desigual. Naturaleza, capital y la producción del espacio*. Madrid: Traficantes de sueños.
- Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM) (2025). *Data México-Zacatecas*. Recuperado de <https://www.economia.gob.mx/datamexico/es/profile/geo/zacatecas-za?redirect=true#remittances>
- Steffen, W., Broadgate, W., Deutsch, L., Gaffney, O. y Ludwig, C. (2015). The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration. *The Anthropocene Review*, 2(1), pp. 81-98.
- Studnicki-Gibert, D. y Schecter, D. (2010). The environmental dynamics of a colonial fuel-rush: silver mining and deforestation in New Spain, 1522 to 1810. *Environmental History*, 15, pp. 94-119.
- Svampa, M. (2013). «Consenso de los commodities» y lenguajes de valoración en América Latina. *Nueva Sociedad*, 244, pp. 30-46.
- Swyngedouw, E. (2004). *Social power and the urbanization of water*. Oxford: Oxford University Press.

- Swyngedouw, E. y Boelens, R. (2018). «And not a single injustice remains»: hydro-territorial colonization and techno-political transformations in Spain. En Boelens, R., Perreault, T. y Vos, J. (eds.), *Water justice* (pp. 115-133). Cambridge: Cambridge University Press.
- Tetreault, D. (2012). La soberanía alimentaria: una propuesta alternativa de los campesinos mexicanos. En Calva, J.L. (coord.), *Políticas agropecuarias, forestales y pesqueras. Vol. 9 Análisis estratégico para el desarrollo* (pp. 116-137). México: Consejo Nacional de Universitarios por una Nueva Estrategia de Desarrollo.
- Tetreault, D. (2014). La megaminería en México ¿Un camino hacia el desarrollo local y nacional? *Estudios Críticos del Desarrollo*, 4(7), pp. 101-130.
- Tetreault, D. (2017). Tres formas de ecología política. En González Hernández, G.M., Márquez Covarrubias, H. y Soto Esquivel, R. (coords.), *Privatización de los bienes comunes. Discusiones en torno a la sustentabilidad, precarización y movimientos sociales* (pp. 13-33). Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas/MAPorruá.
- Tetreault, D. (2018). La no factibilidad de la presa Milpillas. *Observatorio del Desarrollo*, 8(21), pp. 73-78.
- Tetreault, D. (2019). Agua en la zona conurbada de Zacatecas y Guadalupe. Una crisis sin conflicto. En Tetreault, D., McCulligh, C. y Lucio, C. (coords.), *Despojo, conflictos socioambientales y alternativas en México* (pp. 243-277). Zacatecas: MAPorruá.
- Tetreault, D. (2025). Grandes aceleraciones y luchas socioambientales en la frontera extractiva de México. *Carta Económica Regional*, 37(135), pp. 87-112.

- Tetreault, D. y McCulligh, M. (2012). El camino suave del agua. Una alternativa para superar la crisis en la Zona Conurbada de Zacatecas y Guadalupe. *Observatorio del Desarrollo*, 1(4), pp. 33-37.
- Tetreault, D. y McCulligh, M. (2018). Water grabbing via institutionalised corruption in Zacatecas, Mexico. *Water Alternatives*, 11(3), pp. 572-591.
- Tetreault, D., Lucio, C. y McCulligh, C. (2023). *Extractivismo, contaminación y luchas socioambientales en México*. Zacatecas: Itaca/Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Tetreault, D., McCulligh, C. y Lucio, C. (2019). *Despojo, conflictos socioambientales y alternativas en México*. Zacatecas: Miguel Ángel Porrúa.
- Tetreault, D., McCulligh, C. y Lucio, C. (2021). Distilling agro extractivism: agave and tequila production in Mexico. *Journal of Agrarian Change*, 21(2), pp. 219-241.
- Toledo, V.M. (20 de abril de 2021). Los avances agroecológicos de la 4T. *La Jornada*. Recuperado de <https://www.jornada.com.mx/2021/04/20/opinion/012a1pol>
- Torres, R., Azócar, G., Gallardo, R. y Mendoza, J. (2022). Water extractivism and decolonial struggles in Mapuche territory, Chile. *Water Alternatives*, 15(1), pp. 150-174.
- Valadez Rodríguez, A. (26 de abril de 2024). Zacatecas: almacenamiento promedio de 31% en 14 presas. *La Jornada*. Recuperado de <https://www.jornada.com.mx/2024/04/26/estados/027n2est>
- Vélez Ramírez, A. (2018). *Capacidad institucional y desempeño del organismo operador en el saneamiento de las aguas residuales de la Zona Conurbada Guadalupe-Zacatecas* (tesis de maestría). Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte.

- Vélez Rodríguez, A., Padilla-Bernal, L.E. y González Hernández, J.R. (2019). El consumo de agua en la industria instalada en la zona metropolitana Guadalupe-Zacatecas. Ponencia presentada en el Congreso Internacional sobre Gestión de las Organizaciones, 26 y 27 de septiembre, Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Vélez Rodríguez, A., Padilla Bernal, L.E. y Mojarro Dávila, F. (2013). Estudio socio-económico de los productores agrícolas y la sobreexplotación. En Mojarro Dávila, F., León Mojarro, B., Júnez Ferreira, H.E. y Bautista Capetillo, C.F. (coords.), *Agua subterránea en Zacatecas. Diagnóstico y gestión sustentable de seis acuíferos* (pp. 30-50). Zacatecas: Universidad Autónoma de Zacatecas.
- Veltmeyer, H. y Petras, J. (2015). *El neoextractivismo ¿Un modelo posneoliberal de desarrollo o el imperialismo del siglo XXI?* Ciudad de México: Crítica.
- Vos, J. e Hinojosa, L. (2016). Virtual water trade and the contestation of hidrosocial territories. *Water International*, 41(1), pp. 37-53.
- Warman, A. (2001). *El campo mexicano en el siglo XX*. Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Wester, P., Rap, E. y Vargas-Velázquez, S. (2009). The hydraulic mission and the Mexican hydrocracy: regulating and reforming the flows of water and power. *Water Alternatives*, 2(3), pp. 395-415.
- Wester, P., Sandoval-Minero, R. y Hoogesteger, J. (2011). Assessment of the development of aquifer management councils (Cotas) for sustainable groundwater management in Guanajuato, Mexico. *Hydrogeology Journal*, 19(4), pp. 889-899.

- Wittman, H., Desmarais, A. y Wiebe, N. (2010). The origins and potential of food sovereignty. En Wittman, H., Desmarais, A. y Wiebe, N. (eds.), *Food sovereignty. Reconnecting food, nature and community* (pp. 1-14). Halifax: Fernwood Publishers.
- Wolff, G. y Gleick, P. (2002). The soft path for water. En Gleik, P. (ed.), *The world's water 2002-2003: the biennial report on freshwater resources* (pp. 1-32). Washington: Island Press.
- Zetina Rodríguez, M.C. (2012). La historia de un tesoro que se convirtió en un desastre ambiental, la Zacatecana, ejido de Guadalupe, Zacatecas. *Revista de El Colegio de San Luis, Nueva Época*, 2(4), pp. 160-194.
- Zetina Rodríguez, M.C. (2016). La controversia ambiental en torno a la presa de La Zacatecana, Guadalupe, Zacatecas. *Desacatos*, 51, pp. 160-179.
- Zwarteveen, M. y Boelens, R. (2011). La investigación interdisciplinaria referente a la temática de «justicia hídrica»: unas aproximaciones conceptuales. En Boelens, R., Cremers, L. y Zwarteveen, M. (ed.), *Justicia hídrica: acumulación de agua, conflictos y acción de la sociedad civil* (pp. 29-58). Lima: Fondo editorial PUCP.
- Zwarteveen, M. y Boelens, R. (2014). Defining, researching and struggling for water justice: some conceptual building blocks for research and action. *Water International*, 39(2), pp. 143-158.

Acerca de los autores

Elvira Ivonne Muñoz Morales es maestra en Asuntos Políticos y Políticas Públicas por El Colegio de San Luis A.C. y doctora en Estudios del Desarrollo por la Universidad Autónoma de Zacatecas. Recibió mención honorífica en la IX edición del Premio Nacional Arturo Warman por su tesis doctoral. Actualmente realiza una estancia posdoctoral como investigadora huésped en el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social (CIESAS), Unidad Occidente. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) nivel Candidata, así como de la Red Waterlat-Gobacit, de la Red de Estudios Críticos del Agua y del Seminario de Procesos de Industrialización Zacatecas. Su trabajo de investigación se centra en el agroextractivismo, el uso y gestión agrícola e industrial del agua, política pública, Estado y poder.

Darcy Tetreault es docente investigador en la Unidad Académica en Estudios del Desarrollo de la Universidad Autónoma de Zacatecas. Es maestro en Estudios de Desarrollo Internacional por Saint Mary's University (Halifax, Canadá) y doctor en Ciencias Sociales por la Universidad de Guadalajara. Miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII) nivel III. En 2008 recibió el Premio Nacional Arturo Warman por su tesis doctoral. Sus investigaciones se centran

en los conflictos socioambientales en torno al agua, la minería y otras formas de extractivismo, los procesos de transformación agraria, las luchas indígenas y campesinas, y las iniciativas comunitarias orientadas a la construcción de alternativas.

*Hidroextractivismo
en la región centro de Zacatecas,
la presa Milpillas y las alternativas*

2025

E-book
Ediciones Estudios del Desarrollo,
Unidad Académica en Estudios del Desarrollo,
Universidad Autónoma de Zacatecas
«Francisco García Salinas»,
Av. Preparatoria s/n, colonia Hidráulica, C.P. 98608
Zacatecas, Zacatecas, México



edicionesed@uaz.edu.mx

Hidroextractivismo en la región centro de Zacatecas, la presa Milpillas y las alternativas analiza la crisis del agua en la región caracterizada por la sobreexplotación de acuíferos, la contaminación del agua y una distribución desigual. Se revisan las raíces históricas de la crisis a partir de las discusiones sobre los territorios hidrosociales, con énfasis en las manifestaciones de corrupción institucionalizada que han conducido a la sobreexplotación de los acuíferos. Adicionalmente, se identifican problemáticas centrales: extracción de grandes volúmenes de agua subterránea para la producción industrial de bebidas; actividades mineras que extraen y contaminan el agua; uso no sustentable del agua en la agricultura; y planes para construir megainfraestructura hidráulica que retiene, desvía y transfiere el agua. El sector agrícola ocupa un lugar clave, pues consume casi 90 por ciento de los recursos hídricos subterráneos en la zona aludida. Finalmente, se estudia de manera crítica el proyecto Milpillas y se proponen alternativas en torno a seis ejes: ordenamiento y vigilancia del sistema de concesiones; agroecología y reconversión productiva agrícola hacia cultivos menos demandantes de agua; recarga de acuíferos y restauración de ecosistemas agrícolas; uso más eficiente del agua y aprovechamiento de fuentes alternativas; priorización del agua subterránea de mejor calidad para satisfacer necesidades humanas básicas; y participación ciudadana y comunitaria en la gestión de los recursos hídricos.

