



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN URBANISMO
FACULTAD DE ARQUITECTURA
ECONOMÍA, POLÍTICA Y AMBIENTE

La escasez de agua en la región Chalco-Amecameca: un acercamiento desde los aspectos estructurales de la política pública hídrica hasta las acciones operacionales en el manejo de agua.

TESIS QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE
MAESTRO EN URBANISMO

PRESENTA

LUIS ÁNGEL MORALES PÉREZ

TUTOR PRINCIPAL:

DRA. PAOLA MASSYEL GARCÍA MENESES | INSTITUTO DE ECOLOGÍA

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR:

Dra. Marisa Mazarí Hiriart | Instituto de Ecología

Mtro. Rubén Juárez Santana | Facultad de Estudios Superiores Acatlán

Dra. Guadalupe García Balderas | Facultad de Estudios Superiores Aragón

Mtra. Adriana Díaz Caamaño | Facultad de Arquitectura

Ciudad Universitaria, Cd. Mx., enero de 2023.



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

A la **Universidad Nacional Autónoma de México** por la oportunidad de darme acceso a la educación superior y al Programa de Becas Nacionales para Estudios de Posgrado del **CONACYT**.

Al **Programa de Maestría y Doctorado en Urbanismo** y al campo de conocimiento de **Economía, Política y Ambiente** de donde me llevo conocimientos y experiencias que mejoraron mi formación profesional.

En especial, a la **Dra. Paola Massyel García Meneses** que con su apoyo y orientación hicieron posible esta tesis. Gracias por enseñarme y compartirme parte de ese amplio conocimiento que posee como investigadora.

A la **Diputada Beatriz García Villegas** quien me brindo su confianza y apertura para que esta investigación sea considerada de utilidad en su trabajo legislativo.

A ti **Irais** por el acompañamiento en este proceso. Gracias por motivarme a seguir superándome, ya que al igual que el agua mantienes la vida en mí.

“A ti mi querido padre dedico este trabajo, que expresa mi gusto por el agua cuyo elemento me enseñaste a valorar y respetar en tu comunidad natal.”

ÍNDICE

Introducción.....	4
Planteamiento del problema	7
Objeto de estudio	7
Justificación	8
Hipótesis	8
Objetivo General	8
Objetivos específicos	9
CAPÍTULO I. BASES DE LA INVESTIGACIÓN	10
1.1 Sistemas socio-ecológicos	11
1.2 Los sistemas hídricos urbanos.....	13
1.3 Las realidades en la escasez de agua	16
1.4 La brecha de la protección del agua desde ámbito internacional.....	20
1.5 El marco jurídico-institucional en materia de agua para los organismos operadores.....	24
1.6 Seguridad Hídrica	33
CAPÍTULO II. EL PROBLEMA DE LA ESCASEZ DEL AGUA EN LA REGIÓN CHALCO-AMECAMECA	36
2.1 Descripción física del sistema hídrico urbano de la región.	40
2.2 Política urbana y desarrollo de la región	55
2.3 Representación socioeconómica	62
2.4 Procesos sociales	66
CAPÍTULO III. DESAFÍOS EN EL MANEJO DEL AGUA EN LA REGIÓN CHALCO - AMECAMECA	70
3.1 Análisis de las acciones estructurales de los organismos operadores de agua	71
3.2 Metodología	72
3.3 Resultados	74
3.4 Estructura de un instrumento de consulta para los organismos de la región	88
3.5 Abordar el manejo del agua	93
3.6 Alternativas al problema.....	99
Conclusiones.....	104
Referencias	114

Introducción

El agua es esencial para mantener la salud del medio natural y el bienestar social. Además, constituye un componente fundamental en el desarrollo local y regional. Actualmente, el entorno productivo somete a las diversas fuentes naturales de abastecimiento de agua a procesos evolutivos de degradación, lo cual genera desequilibrios en la dinámica hidrológica local y regional.

El impacto humano está ejerciendo cambios constantes en la dinámica hídrica, generando una reducción considerable del recurso. Una crisis del agua, donde cada vez es más frecuente encontrar áreas con alto estrés hídrico. En consecuencia, enfrentar la escasez de agua es uno de los problemas más importantes en cualquier sociedad y uno de los desafíos más importantes, ya que “no se ha logrado garantizar el acceso al agua a todas las personas” (Becerril et al., 2020). Debido a los serios problemas de disminución de fuentes naturales, así como a las carencias importantes en el manejo de los servicios de abasto y saneamiento de agua a lo largo del país.

En México la distribución y abundancia de los recursos hídricos se ha visto afectada por múltiples factores. Entre ellos, el ineficiente manejo del agua, que por lo general responde a presiones económicas y sociales que no consideran al ámbito ecológico. A nivel nacional, el conjunto de reformas políticas y jurídicas han permitido un aprovechamiento del agua sin una adecuada regulación y condiciones de desigualdad para su uso. Una percepción con efectos negativos que aumenta la necesidad de comprender los problemas hídricos.

Uno de los desafíos a esta problemática se encuentra en las metrópolis, donde el crecimiento urbano y alrededores representan un reto para los organismos operadores de agua, ya que cada vez se requiere dotar de mayores volúmenes de agua a la población habitante. Ante ello, Aboites Aguilar et al. (2010) señala la necesidad de introducir cambios drásticos en el manejo del agua del país ante la contaminación, la sobreexplotación de los acuíferos y el desperdicio de considerables volúmenes de agua. Como tal, esta presión hídrica se ve reflejada en

la Ciudad de México la cual provoca un estrés hídrico a cuencas y acuíferos propios y circundantes.

La región Chalco-Amecameca presenta también estos problemas de escasez de agua. Debido al crecimiento de la Ciudad de México, dado que el porcentaje que se requiere de agua es cada vez mayor de la que se puede disponer en la cuenca y acuífero. Esta demanda limita el abastecimiento a los sectores sociales menos favorecidos de la zona oriente del Estado de México y facilita su aprovechamiento al sector productivo y comercial de la Ciudad de México.

Ante ello, la Universidad Autónoma Metropolitana (2011) señala que los habitantes de la región Chalco-Amecameca han manifestado una creciente inconformidad ante los problemas de abastecimiento, debido a las irregularidades en la gestión pública del agua, así como por la falta de acción gubernamental al problema. Entre ellas, el *descontento* por la desigualdad en el acceso a la red de abastecimiento, que da preferencia al sector privado; *exigencia* por los pocos trabajos en la ampliación de dicha red, para llevar agua a localidades alejadas; *molestia* ante las formas de provisión de agua que se han adoptado, como lo es el tandeo y uso de pipas; *quejas* por la calidad de agua que reciben; *constantemente reportes* por fugas en la red; y *fastidio* cada temporada de lluvias, porque la red de alcantarillado colapsa y provoca inundaciones.

Si bien, en las últimas décadas la administración federal del agua por parte de la Comisión Nacional de Agua (CONAGUA) han ido direccionado su trabajo a la Gestión Integral de los Recursos Hídricos¹ para enfrentar el problema. En la realidad, la iniciativa sigue conservando en su mayoría patrones del paradigma tradicional. Esfuerzos que no resuelven a profundidad los problemas vinculados con el agua y nos alejan cada vez más de una reconexión con ella.

El objetivo de esta investigación es abordar elementos expositivos sobre la importancia y el estado institucional de los organismos administradores del agua de

¹ Andrade Pérez (2004) menciona que es una propuesta reconocida para transitar hacia un manejo más adecuado de las fuentes naturales de provisión, que tiene como fin proteger los recursos hídricos teniendo en cuenta el funcionamiento correcto de los ecosistemas y con miras a satisfacer y conciliar las necesidades de agua en las actividades humanas.

la región Chalco–Amecameca como caso de estudio con el fin de generar algunas recomendaciones y exponer potenciales cambios en las medidas de manejo del agua a través del análisis y manejo de cuencas.

Utilizamos el enfoque de cuenca como un marco que permite entender espacialmente el ciclo hidrológico, así como cuantificar e identificar los impactos acumulados de las actividades humanas o externalidades, que afectan positiva o negativamente la calidad y cantidad del agua; la capacidad de resiliencia de la población; y la adaptación de los ecosistemas ante las alteraciones que sufre el territorio, según las relaciones de actores - sectores y su posición en la cuenca.

Con la finalidad de resumir el presente estudio primero se presentan las bases teóricas de la investigación. Posteriormente se desarrolla una descripción de la situación actual de la escasez de agua en la región, con la intención de exponer elementos más relevantes para lograr una **gestión integrada** y no integral como se acostumbra en el manejo de los recursos hídricos. Por último, se proponen las recomendaciones para abordar de manera más integral el manejo del agua dentro de la cuenca.

Planteamiento del problema

La creciente urbanización a lo largo de cientos de años en la Ciudad de México ha introducido serias modificaciones que han alterado la función natural de los ecosistemas y con ello la disminución en la disponibilidad de agua. Estos impactos afectan a muchas subcuencas cercanas a la ciudad.

Este es el caso de la subcuenca Río de La Compañía la cual, comenzó a evidenciar un fuerte deterioro con repercusiones directas en el ciclo hídrico, tal como lo señala la Universidad Autónoma Metropolitana (2011), detonado diversos problemas como la escasez del agua en la región Chalco-Amecameca. En particular, las transformaciones en la dinámica estructural del medio físico natural de la región propiciadas por la pérdida de vegetación por el cambio de uso de suelo, a través del desarrollo de asentamientos humanos, infraestructura de movilidad, actividades económicas productivas, agricultura, ganadería e incendios forestales desarrollaron cambios en su dinámica y volúmenes de circulación del agua. Todo esto ha detonado crecientes problemas de agua en la región Chalco-Amecameca.

Las externalidades mencionadas propician como tal una gestión inestable de los recursos hídricos por parte de los organismos operadores de agua municipales debido a la falta de capacidad administrativa, técnicas y operativas que resultan cada vez más evidentes, dificultando el manejo del agua y los problemas de la escasez porque las estrategias no establecen un análisis socio-ecológico. Debido a que las acciones institucionales se piensan desde el campo de la ingeniería hidráulica y no desde la perspectiva hidrológica.

Objeto de estudio

Analizar **la escasez de agua** considerando los aspectos operacionales y administrativos que realizan los organismos municipales de agua relacionados con las acciones adoptadas en la gestión hídrica que desarrollan. Esto con la finalidad de proponer nuevas formas más sostenibles del manejo hídrico para la región.

Justificación

Dado que no se ha garantizado a los sectores social y económico el suministro adecuado del agua, es importante abordar la insuficiente disponibilidad de agua en términos socio-ecológicos². Por consiguiente, la investigación realizada permitirá obtener información para promover una gestión integrada del agua con enfoque de cuenca, que representa una condición de planificación vital para seguir manteniendo las fuentes naturales de provisión para la región Chalco-Amecameca.

Hipótesis

Los organismos operadores municipales de agua se han visto afectados por un marco jurídico nacional en materia hídrica que se manifiesta de una forma difícil de comprender. Este hecho ha provocado que no se favorezca la seguridad hídrica en sus procesos de administración. Por el simple hecho de que se contempla en su mayoría, paradigmas tradicionales del régimen hidráulico y no de la integración de modelos de conservación y recuperación hídrica. Ante ello, el uso de herramientas de análisis espacial resulta primordial para mejorar los procesos para la toma de decisiones y ejecución de acciones.

Objetivo General

Identificar a través del estudio de ciertas componentes ecológicas, sociales, económica, institucionales y legislativas algunos problemas relevantes que se vinculan con la escasez de agua (“uso, acceso, abasto y manejo del agua”) en la cuenca de la región Chalco-Amecameca. A fin de proponer a los organismos operadores municipales de agua el uso de herramientas de consulta; que tengan como propósito apoyar en los procesos para afrontar el impacto del cambio de la dinámica hidrológica de la región. Esto con miras a que las instituciones transiten

² El (Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad, s/f) los señala como relaciones ecológicas y sociales en torno a los recursos necesarios para el sostenimiento de la vida civilizada. Un concepto de análisis que parte de la combinación en un todo organizado del conjunto de factores sociales con un conjunto de factores ecológicos para, de esta manera, entender las reacciones de los factores ecológicos a cambios de los factores sociales y viceversa.

hacia un pensamiento con perspectivas hidrológicas como núcleo y utilizando la ingeniería hidráulica como herramienta de apoyo y no de explotación³.

Objetivos específicos

- Realizar la representación gráfica de la provisión de agua de la cuenca de la región Chalco-Amecameca, a través, de información geoespacial consultada en el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA-CONAGUA) a fin de determinar su estado actual y su tendencia;
- Hacer un análisis demográfico y económico de la región Chalco-Amecameca. Con instrumentos estadísticos, con la utilización de datos poblacionales e indicadores de unidades económicas obtenidos del Censo de población y vivienda del INEGI y del Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) con la intención de determinar la tendencia del consumo de agua en la región;
- Estudiar el esquema político - institucionales por medio del marco jurídico nacional en materia hídrica y con el apoyo de cuestionarios dirigidos a los organismos operadores de la región Chalco-Amecameca. Para conocer sus condiciones de manejo agua actual; y
- Por último, generar algunas recomendaciones para promover la recuperación hídrica en la región.

³ De acuerdo con Toledo (2013) la mutua relación entre la sociedad y la naturaleza ha estado ausente en muchas teorías económicas, que se han elaborado a partir de escenarios ideales de crecimiento donde los recursos naturales son ilimitados.

CAPÍTULO I. BASES DE LA INVESTIGACIÓN

“En su irrefrenable expansión de la voluntad de dominio de la naturaleza, en su manía de crecimiento insustentable, el capitalismo llegará a extirparle el corazón a la tierra, cavando la tumba de la vida del planeta verde-azul del universo”.

(Leff, 2014)

La apuesta por la vida.

1.1 Sistemas socio-ecológicos

El vínculo de interacción entre la sociedad y la naturaleza se entiende como el resultado de un proceso histórico evolutivo de cambio, que va adquiriendo la identidad que le generan las condiciones políticas y económicas globales, las cuales se desenvuelven desde un marco de desarrollo y progreso. Ante ello, Leff (1998) identifica al actual modo de producción como el principal detonador de la crisis ambiental; y que a su vez incide en las repercusiones hídricas mundiales.

Si bien, durante mucho tiempo la concepción de medio ambiente en su mayoría ha sido asociado a un pensamiento arraigado a la naturaleza⁴, o al espacio de confluencia de articulación compleja entre lo natural y lo social. Es posible que la dimensión relacionada a una apreciación como recurso⁵, sea la responsable de la capitalización del agua, en su mayoría vinculada a una visión economicista que la hace adquirir un valor de cambio. Relevante para entender los problemas socioambientales y de fragmentación ecológica que existe en la actualidad.

Como tal, “los ecosistemas proporcionan bienes y servicios” (Millennium Ecosystem Assessment, 2005)⁶. Contribuciones que la naturaleza hace a las personas y que a su vez permiten desarrollar las relaciones sociales y de producción en las ciudades; que de acuerdo con perspectivas económicas posibilita su valorización. Sin embargo, estimar su valor se trata más bien de una comprensión de la cual señala Díaz et al. (2018) puede ser beneficiosa o perjudicial según los aspectos funcionales y estructurales de soporte que tenga la naturaleza y no orientada a su mercantilización.

Por lo anterior, abordar la relación sociedad-naturaleza es relevante porque representa la utilización del enfoque sistémico para entender como las acciones humanas de apropiación ejercidas sobre la naturaleza generan modificaciones en

⁴ Una visión utilitarista, que para Gudynas (2004) representa una canasta de recursos que pueden ser extraídos, utilizados y vistos como abundantes para su explotación.

⁵ Por otra parte, en una de las siete divisiones que propone Sauvé (2002), el medio ambiente visto como recurso, es para entender que la administración de él sirve para abastecer de insumos a los sistemas productivos y sociedades.

⁶ También conocidos como servicios ecosistémicos es un concepto abordado por Millennium Ecosystem Assessment (2005), donde señala como cuatro los tipos de servicios que brindan los ecosistemas (provisión, regulación, culturales y de soporte).

el funcionamiento ecosistémico, que de acuerdo con Toledo (2013) se refiere a la forma de *Medio Ambiente Transformado*⁷. La cual, al final tienen consecuencias negativas en el desarrollo económico y social. Tal es caso del estrés hídrico, que responde a cambios en la dinámica del ciclo hidrológico, generados por el mal uso y manejo humano del agua.

Por ejemplo, el Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad (s/f) refiere que se requiere de un sistema socio-ecológico para analizar cómo se agrava el abatimiento de los acuíferos en las ciudades con la expansión urbana a las zonas de recarga hídrica. Esto, debido a que la disminución del almacenamiento de un acuífero es resultado de una demanda de agua creciente y a la reducción de la infiltración progresiva. Y aunque la expansión urbana solo se trata como procesos sociales y económicos autónomos, la disponibilidad de agua se ciñe como un elemento de importante relevancia para el funcionamiento de la ciudad.

Así queda de manifiesto el entrelazamiento de las relaciones causa-efecto entre los factores sociales, económicos e hidrológicos y el impulso de la urbanización a costa de los ecosistemas naturales que afecta el ciclo hidrológico y, a su vez, ocasionan que disminuyan los aportes de agua al acuífero, del cual se extrae cada vez más agua para abastecer la creciente urbanización.

De ahí que el concepto de sistemas socio-ecológicos repercute de manera favorable para afrontar problemáticas socioambientales como lo es la escasez de agua. Ya que promueve el estudio de las interacciones inherentes generadas entre el sistema social y natural; marcos y técnicas de resistencia ante el desarrollo espontáneo de fenómenos naturales adversos, que inciden principalmente con afectaciones en los sectores sociales menos favorecidos. Sin embargo, el dinamismo en el comportamiento de estos dos sistemas refiere una complejidad derivada del alto número de interrelaciones que pueden darse entre ellos.

En términos generales un sistema socio-ecológico involucra abordar, “el conjunto de acciones humanas que inciden sobre el sistema ecológico natural, y el conjunto

⁷ (Toledo, 2013) El Medio Ambiente Transformado es cuando la apropiación implica la afectación y desorganización de los ecosistemas y hay un proceso de domesticación de la naturaleza.

de efectos ecológicos generados en la naturaleza que inciden sobre el sistema social” (Gallopín, 1986). Su propósito, entender la dinámica en la relación sociedad – naturaleza y en donde el urbanismo puede proponer los medios para un análisis más concreto y articulado en la interconexión de los actores y elementos involucrados. Por ello, “el análisis y el manejo de los recursos hídricos no pueden ni deben estar desligados del manejo y la conservación de los ecosistemas” (Cotler Ávalos, 2020).

Lamentablemente, la urbanización hace que el modo de vida humano olvide su conexión con la naturaleza, lo que representa un desarrollo desdibujado que muchas veces va acompañado de una nula planeación. Generando así una estructura ecológica urbana completamente desvinculada de la naturaleza. Donde, “el ser humano adapta y transforma la naturaleza a sus necesidades, bajo la justificación de un concepto de calidad de vida basado en el crecimiento económico”(Elena & López, s/f).

1.2 Los sistemas hídricos urbanos

El agua constituye un bien natural común que es utilizada por distintos sectores y usuarios, lo que la hace fundamental para el desarrollo de cualquier región. Por naturaleza, es indispensable para la salud del medio natural y clave para desenvolvimiento de la vida. Para Kılıç (2020), su presencia es muy importante para mantener el suministro adecuado de alimentos, esencial para el bienestar social y clave en el entorno del crecimiento económico. Del cual dependen “las poblaciones, las actividades productivas y de servicios, y sobre el cual existen intereses de mercado y de corporaciones privadas para las que el agua es básicamente un bien mercantil” (Mazari Hiriart & Noyola Robles, 2019)

Su abundancia y distribución lo hace un elemento sometido a diversos procesos de degradación, lo cual genera desequilibrios en su dinámica hidrológica. “Cuyo funcionamiento está regido por una fuerte incertidumbre y que puede pasar por momentos de alta estabilidad, pero también de perturbación que pueden llevar a una disrupción de su estructura” (Perló & Castro Reguera, 2018), condición que va

limitando la disponibilidad de fuentes naturales de provisión de donde pueden propagarse efectos negativos debido a las fallas sistémicas en su ciclo.

Como tal, el ciclo hidrológico explica varias componentes de regulación hídrica entre ellas la recarga de acuíferos. En un estado estacionario este proceso asociado a un sistema eco-hidrológico conformado por otros elementos como son vegetación, suelo y geología permiten mantener el equilibrio entre las fuentes de agua superficiales y subterráneas; y a su vez la de regular la calidad y cantidad del agua. Sin embargo, la actividad humana al deteriorar los ecosistemas introduce modificaciones que alteran la función natural, convirtiéndolo así en un *Sistema Hídrico Urbano* (SHU)⁸, el cual incorpora un gran número de componentes para su análisis, encaminado al sistema hacia situaciones altamente inestables.

Por lo general, la pérdida de vegetación por el cambio de uso de suelo a través del desarrollo de asentamientos humanos, infraestructura de movilidad, actividades económicas productivas, agricultura, ganadería, etc.; desarrollan transformaciones en la dinámica estructural del medio físico. En consecuencia, las componentes del ciclo hidrológico detonan cambios en su dinámica, que se hacen evidentes al momento de monitorear los volúmenes de circulación en su ciclo.

Por ejemplo, si el agua comienza a transitar en un medio fragmentado, se tiende a un aumento en el proceso de erosión. Lo que acelera la remoción de suelos; propiciando así un incremento en los márgenes de escorrentía y un limitado movimiento de infiltración por lo cambios en la permeabilidad que sufre el medio físico. En resumen, estos cambios facilitan el movimiento de elementos contaminantes; reduce los volúmenes de recarga en las reservas de almacenamiento subterráneo; y aumente el riesgo al fenómeno de inundaciones.

Como consecuencia, el acceso al agua se ve reducido por la disminución de las reservas de almacenamiento y contaminación de estas. Además, se debe agregar que el alto consumo de agua que requieren las ciudades hace más frecuente el

⁸ Perló & Castro Reguera (2018) lo describen como el sistema hídrico de las grandes metrópolis que mantiene distintos patrones de comportamiento en función de componentes políticas, sociales, institucionales, naturales y culturales. Cuyo funcionamiento es complejo por enfrentar problemas crecientes de agua y costos operacionales.

desarrollo de áreas con alto estrés hídrico⁹; dado que, el porcentaje que una ciudad o región requiere de agua para su población es mayor de la que puede disponer en un año su cuenca hidrológica. Por esta razón, el fenómeno urbanístico hace cada vez más notorio el papel central de las ciudades en los problemas vinculados a los cambios en el ciclo hídrico.

Dada la relación inherente del agua con la ciudad los Sistemas Hídricos Urbanos son producto de la transformación provocada al ciclo natural de agua. De manera semejante, este mantiene la circulación y movimientos habituales involucrados en las fases del ciclo hidrológico (precipitación, evaporación, escorrentía e infiltración). Sin embargo, lo que lo hace diferente es la inestable temporalidad de cada fase, la cual se ve afectada debido a que los tiempos de retorno y velocidades de flujo que se vuelven errantes.

En particular, el desarrollo de las ciudades integra mayores salidas al ciclo del agua, entre ellas la extracción por bombeo, lo que representa pérdidas en los volúmenes de almacenamiento de los acuíferos; y el flujo por descarga de aguas residuales, que en su mayoría suelen conducirse a otras cuencas. Estos dos factores provocan una disminución en los volúmenes de retorno, ya que el agua no vuelve a incorporarse a la cuenca de origen. Lo que hace que se desarrollen desbalances hídricos considerables.

En vista de que las dimensiones espaciales de la ciudad son diseñadas para seguir creciendo Perló & Castro Reguera (2018), señalan que los SHU evidencian los severos problemas de agotamiento de fuentes aprovechables para abastecimiento y los crecientes costos de operación en el manejo del agua. Donde se desarrolla un elevado consumo de recursos hídricos, que en términos ecológicos tiende hacer insostenible. Además, "la presiones sobre estos sistemas incrementa debido al cambio climático, el crecimiento urbano, el envejecimiento de la infraestructura, la limitación de los recursos financieros y el aumento de los conflictos políticos por el uso de los recursos hídricos"(Butler et al., 2017).

⁹ Se habla de estrés hídrico cuando la demanda de agua es más alta que la cantidad disponible durante un periodo determinado o cuando su uso se ve restringido por su baja calidad (World Resources Institute, s/f).

Tal es el caso de la Ciudad de México, que cada vez más, necesita de mayores fuentes naturales de provisión de agua para abastecer a su población y mantener los procesos productivos que alberga. Requiriendo así de exagerados recursos económicos, fuentes de energía e infraestructura hidráulica para continuar brindando el servicio de suministro de agua. Lo que nos lleva a replantear la gestión en el manejo del agua en las zonas urbanas.

1.3 Las realidades en la escasez de agua

Abordar la escasez de agua conlleva conocer las distintas realidades de los sectores involucrados en el problema, de modo que se pueda conocer los orígenes que determinan el fenómeno estudiado. A continuación, se presentan las probables causas en la escasez de agua vistas desde las componentes ecológica, económica, institucional, social y legislativa. Donde las relaciones de dependencia que se establecen entre ellas mantienen una fuerte interacción sistémica con el sector de los organismos operadores, debido a que, son quienes enfrente severamente los problemas y adversidades en lo que administración hídrica se refiere.



Figura 1. Asociaciones de los diversos sectores ante el problema de la escasez de agua. En los cuadros se enuncia la causa del problema y entre las flechas la relación con el sector involucrado. Fuente: Elaboración propia a partir de notas de clases.

Ante las diversas justificaciones al problema de la escasez de agua, se encuentran las señaladas en la figura 1. Por lo que siguiendo la lógica observada explicare primero las asociadas a la componente ecológica y terminare con las de tipo legislativo. Cabe señalar que la estructura no limita relacionar una interacción con

otras de las componentes presentadas, pero si conduce a la de mayor relevancia que es el sector institucional.

Iniciando con el fenómeno del **cambio climático**¹⁰, basta con entender que la Tierra es un sistema autorregulador que tiende a incrementar el número de fenómenos meteorológicos (ej. huracanes, tormentas tropicales y lluvias torrenciales) para regular la temperatura del planeta. Estas modificaciones en la dinámica del ciclo del agua desarrollan cambios e inestabilidad en los volúmenes circulación y almacenamiento de agua¹¹; lo cual produce un incremento en fenómenos hidrológicos como los son el desbordamiento de ríos e inundaciones.

En contraparte, otra característica de los constantes cambios del ciclo hidrológico es el elevado riesgo al fenómeno de sequía, que puede agravarse en regiones áridas y semiáridas que por naturaleza tienen bajos índices de precipitación anual. Por lo general, este peligro afecta a los sectores menos favorecidos, los cuales tienen que afrontar las crecientes contribuciones negativas que la naturaleza desarrolla. En particular, la **disminución de fuentes naturales de provisión** de agua en temporada de estiaje.

Además, los panoramas abrumadores en lo que se refiere a planeación y poco conocimiento en materia hídrica por parte de las autoridades gobernantes y organismos operadores, intensifican la vulnerabilidad al riesgo a sufrir daños sociales y costosos gastos económicos cuando los fenómenos mencionados se convierten en desastre.

Otra componente para explicar la escasez de agua es la relacionada al ámbito económico. A medida que las ciudades crecen, “el consumo de energía y materiales por parte de la humanidad se va incrementado en relación directa con el tipo de relaciones productivas y con el estado de sofisticación de los medios de producción” (Delgado Ramos, 2015). Por lo general, son las actividades productivas primarias y

¹⁰ El IPCC (2018) menciona que en muchas regiones y estaciones del año se está experimentando un calentamiento superior al promedio mundial anual. Donde la intensidad y frecuencia de varios fenómenos climáticos y meteorológicos cada vez son más extremos.

¹¹ Perló & Castro Reguera (2018) mencionan que las metrópolis viven entre la escasez de agua potable, sobre todo en el estiaje, y el exceso de agua de lluvia y la saturación del drenaje en los periodos intensos de lluvia.

secundarias quienes requieren de grandes volúmenes de agua para elaborar sus productos. Así que, para abordar la escasez de agua desde esta componente desarrollare una explicación con base a los aspectos de calidad y cantidad del agua para un mejor entendimiento.

Por lo general, la calidad se relaciona a las características químicas, físicas y biológicas necesarias para tener condiciones de agua óptimas para uso y consumo. Sin embargo, también lo convierte en un aspecto de suma importancia para determinar su manejo. Es común que muchas actividades utilicen agua de buena calidad en sus procesos de producción, cuando podrían requerir sin ningún problema de la utilización de agua tratada o de reusó. Cosa contraria al consumo humano que si necesita de la provisión de agua de buena calidad; evidenciado de esta manera **el mal manejo en el uso del agua.**

Para el caso de la cantidad, está se asocia a una disminución en la disponibilidad de agua de calidad, necesaria para mantener el retorno hídrico de la misma. Como tal, la intervención de las ciudades y sus procesos de urbanización, hacen que el ciclo hidrológico se degrada; y con ello se disminuyan los flujos de agua de buena calidad y aumenten los flujos contaminados. Una forma de apreciarlo es la abundancia de obras de drenaje / alcantarillado construidas para conducir aguas residuales hacia los ríos. Aguas que literalmente son desechadas para no volver ser aprovechadas en sus cuencas de origen, una acción que refleja el problema de la **contaminación de las fuentes naturales de abastecimiento**¹².

Otro punto sobre el que parece existir un amplio efecto entre lo económico y social es la del sector institucional, su trabajo es integrador y fundamental en los servicios de abastecimiento, tratamiento de agua y drenaje. En particular, para que los organismos municipales de agua desarrollen sus labores operativas, como lo es el mantenimiento de redes, construcción de sistemas abastecimiento; y administrativas en la elaboración de esquemas tarifarios y de cobro.

¹² Dicho en otras palabras, el agua se encuentra en abundancia en las ciudades, pero lamentablemente no es utilizada porque se encuentra en mala calidad. De ahí que se fortalezca el marco normativo en correlación a la contaminación del agua.

Lamentablemente, las ciudades adoptan estrategia y acciones que se concentran en construir mayor infraestructura hidráulica para hacer más eficiente la extracción y suministro de agua, generando pocos resultados¹³. Sin embargo, no se nota que el problema se concentra en la disminución de las fuentes naturales de provisión. Además, se debe señalar que al aumentar la cobertura de las redes de abastecimiento y alcantarillado se corre el riesgo en generar una **falta y mantenimiento de infraestructura**, por los altos costos que representa los trabajos de reparación de fugas, desinfección y destape de drenaje.

Teniendo en cuenta lo anterior podemos decir que es la componente social quien evidencia una creciente y **mayor demanda de agua**, ante la ausencia considerable del servicio de abasto de agua potable en la ciudad y principalmente en localidades poco desarrolladas; generando altos gastos al habitante para la compra de agua y problemas de salud por las condiciones en como la obtienen. Un problema que radica en la **mala administración de los organismos operadores de agua**, que por lo general carecen de solvencia económica para atender la creciente demanda.

Como tal, el método de solución vertical que se ha establecido a través de modelo hidráulico hace que la administración de los organismos operadores solo propicie deterioro ambiental, dependencia al agua subterránea y colapso económico en las dependencias, porque solo basan su administración en un modelo lineal para la gestión del agua. Una formula útil cuando en décadas anteriores se tenía de una abundancia en agua, pero que en la actualidad entro en crisis debido a los cambios en la dinámica hídrica y crecimiento de las ciudades.

Otra de las causas en su administración lo relaciona a un problema de inequidad, ya que es clara el deficiente acceso y atención en localidades vulnerables. Investigaciones como la realizada por Talledos Sánchez et al. (2020) señala que las elites económicas aprovechan su condición de riqueza para llevar a cabo la captura desmedida del agua y así satisfacer las necesidades hídricas de sus procesos de

¹³ Es como construir una cisterna y no garantizar el agua para llenarla; tener una planta de tratamiento y no utilizarla porque es costosa económicamente; construir un pozo y no pensar en la posible disminución del nivel freático y almacenamiento del acuífero. Como tal, son algunos ejemplos donde las obras suelen quedar obsoletas a corto y mediano plazo.

producción. Convirtiendo al agua en un insumo para su mercantilización, por la acumulación de valor que representa.

Al sobreponer de esta forma el derecho universal del agua a la población se crea una **desigualdad hídrica**. Donde las políticas de desarrollo económico son las responsables de los cambios en la estructura político-jurídico-institucional del agua, ya que permite dotar de excedentes volúmenes de agua a privados. Por lo que algunas veces resulta ilógico responsabilizar a la población por el mal uso que le puede dar al agua teniendo en cuenta que su consumo es mucho menor que lo que utiliza una fábrica, empresa o industria en un proceso productivo. Generando de esta forma un ambiente de apatía social.

Una manera de conocer la gran concentración de agua que se le permite a intereses particulares es a través del estudio de los beneficios que ofrece el sector legislativo. Cuando se indaga la asignación de títulos de concesiones, se puede evidenciar el acaparamiento de agua a ciertos sectores. Sin duda este aspecto constituye una limitación en cuanto al manejo de agua, dado que no permite un adecuado esquema de gestión hídrica que haga efectiva la gobernanza del agua; propiciado principalmente por la **ausencia de políticas públicas con enfoque hidrológico**.

Ante la falta de planteamientos al problema y un discurso legislativo preocupado por garantizar la seguridad hídrica, pero que en la práctica sigue incentivando los patrones del paradigma tradicional, es como los organismos administradores de agua se desarrollan. Por el simple hecho de que el objetivo general en la administración del agua es de una índole política. *“Satisfacer las necesidades de consumo mejorando el servicio a los usuarios”*.

Reto que es atendido bajo paradigmas hidráulicos, un paliativo útil para los tomadores de decisiones que buscan popularidad y aprobación del pueblo; ya que las acciones con base a la ingeniería hidráulica suelen dar resultados en el tiempo corto que dura su administración, pero que con el tiempo desarrollan problemas a largo plazo.

1.4 La brecha de la protección del agua desde ámbito internacional

Enfrentar la escasez de agua es uno de los problemas más importantes a nivel mundial. Por esto, el tema del agua se ha convertido en uno de los desafíos más importantes alrededor del mundo, debido a los serios problemas de disminución de fuentes naturales, acceso, desabasto, saneamiento o desastres relacionados con el agua. Para el Programa Hidrológico Intergubernamental¹⁴ (PHI) UNESCO (2022) la perspectiva del agua en el entorno urbano la hace un recurso cada vez más escaso, donde los niveles de escasez irán aumentando conforme se desarrollen áreas con altos índices de estrés hídrico.

Frente a ello, la crisis del agua obliga a trabajar en el manejo sostenible de los recursos hídricos para garantizar la seguridad hídrica, concepto que se ha reconocido como el objetivo más habitual para que los países se comprometan a trabajar en garantizar la disponibilidad de agua, así como para lograr una gestión adecuada de ella, “al grado de ser considerado en agendas políticas, económicas, sociales y académicas” (Mazari Hiriart & Noyola Robles, 2019).

Con el propósito de abordar los desafíos hídricos mundiales, desde hace décadas se realizan importantes esfuerzos para resolver los problemas vinculados con el agua, a través de iniciativas que en su mayoría son desarrolladas en conferencias organizadas por organismos supranacionales, con la intención de que sean adoptadas en la elaboración de las políticas hídricas de las naciones.

De manera que, los principales acuerdos multilaterales relacionados con el agua (cuadro 1), se encuentran orientados para que los gobiernos legislen y adecuen en sus marcos jurídicos de política nacional instrumentos en materia hídrica (ej. reformas, leyes o planes de acción) y económicos (fondos o pago por servicios ambientales), a fin de producir cambios sustantivos y estructurales en las instituciones operadoras a fin de buscar mantener la disponibilidad de agua para la continuidad de los procesos productivos futuros.

¹⁴ Programa Hidrológico Intergubernamental (PHI) UNESCO (2022) Programa Intergubernamental del sistema de las Naciones Unidas dedicado a la investigación, la educación y el fortalecimiento de capacidades en materia de hidrología.

Si bien, estas iniciativas se reconocen por la preocupación ante los problemas del agua. Es su visión economicista la que se antepone ante la importancia de la naturaleza como principal soporte para la estabilidad de los procesos hídricos. Carabias & Landa (2005) mencionan que, a pesar de sus buenas intenciones, estos acuerdos no establecen una temporalidad definida para el cumplimiento de acciones y no generan ninguna repercusión en lo local en caso de llevarlas a cabo, además de que son repetitivas en sus acciones, objetivos, metas, principios, ejes, retos, iniciativas, estrategias y/o aspectos.

Principales acuerdos multilaterales relacionados con el agua.
<ul style="list-style-type: none"> • Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente Humano, Estocolmo (1972). Declaración. • Conferencia sobre Agua, Mar del Plata (1977). Plan de acción. • Consulta Global sobre Agua y Saneamiento Seguros para los 90, Nueva Delhi (1990). Declaración. • Conferencia Internacional sobre Agua y Medio Ambiente, Dublín (1992). Declaración. • Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo (Cumbre de la Tierra), Río de Janeiro (1992). Declaración. • Conferencia Ministerial sobre Abastecimiento de Agua Potable y Saneamiento Ambiental, Noordwijk (1994). Programa de acción. • Conferencia de las Naciones Unidas sobre Población y Desarrollo, El Cairo (1994). Programa de acción. • Convención de las Naciones Unidas sobre Legislación del Mar (1994). • Cumbre Mundial para el Desarrollo Social, Copenhague (1995). Declaración. • Cuarta Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre las Mujeres, Beijing (1995). Declaración. • Programa Global de Acción para la Protección del Medio Ambiente Marino de las Actividades Basadas en la Parte Terrestre (1995). • Cumbre Mundial sobre Alimentación, Roma (1996). Declaración. • Primer Foro Mundial del Agua, Marrakech (1997). Declaración. • Convención de las Naciones Unidas sobre Legislación de Usos no Navegables de Aguas Internacionales (1997). • Segundo Foro Mundial del Agua, La Haya (2000). • Metas del Milenio, Nueva York (2000). • Conferencia Internacional sobre Agua Dulce, Bonn (2001). Declaración ministerial. • Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sustentable, Río+10, Johannesburgo (2002). Plan de acción. • Tercer Foro Mundial del Agua, Kioto (2003). Declaración Ministerial. • IV Foro Mundial del Agua, México (2006). Declaración. • V Foro Mundial del Agua, Estambul – Turquía (2009). Declaración • Asamblea General de las Naciones Unidas sobre Derecho Humano al Agua (2010). Resolución. • VI Foro Mundial del Agua, Marsella (2012). Declaración. • VII Foro Mundial del Agua, Daegu y Gyeongju (2015). Declaración. • Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Guatemala (2015). Meta. • Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2017). Aguas residuales el recurso desaprovechado. • VIII Foro Mundial del Agua, Brasilia (2018). Declaración • Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2018). Soluciones basadas en la naturaleza para la gestión del agua. Resumen ejecutivo. • Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2019). No dejar a nadie atrás. Resumen ejecutivo. • Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2020). Agua y cambio climático. Resumen ejecutivo. • Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos (2021). El valor del agua. Resumen ejecutivo.

Cuadro 1. Principales conferencias globales en materia de agua. Fuente: Tomada y modificada de Carabias & Landa (2005).

Pongamos por caso el ejemplo de México, es probable que los acuerdos alcanzados en la Declaración de Dublín de enero 1992¹⁵ hayan sido quienes propiciaran la elaboración de la Ley de Aguas Nacionales promulgada en diciembre 1992, aún vigente; así como la reestructuración institucional de la Comisión Nacional del Agua, ya que “a partir de ese año el manejo del agua en México fue radicalmente reformado bajo la influencia de políticas neoliberales” (González Reynoso, 2019). Donde se observa la notable transición de la fragmentación del campo de las políticas hidráulicas en beneficio a las actividades agropecuarias para ahora permitir satisfacer las necesidades del desarrollo urbano.

Sin embargo, hay que reconocer que para el año en que se realizó dicha conferencia, su visión proyectiva hoy en día sigue abordando aspectos relevantes para la política hídrica de cualquier país, dejando al descubierto el poco avance que logra el ámbito global para resolver los problemas del agua. Lamentablemente, la esencia de los Principios de Dublín fueron retomados de forma distorsionada por política de la gestión urbana del agua en México ya que como menciona Aboites Aguilar et al., (2010) a partir de Ley de Aguas Nacionales (LAN) se pueden identificar dos grandes líneas de acción:

1. Impulsar un marco institucional que favorezca la gestión autónoma y continua de los servicios urbanos de agua; y
2. La creación de incentivos para elevar la cobertura y mejorar el desempeño de los servicios.

Dentro de esta línea de pensamiento, analizada desde una escala multinivel Torres Bernardino (2019) plantea la importancia de entender cómo los conflictos por el agua estructuran grupos que inciden en las políticas públicas, tanto a nivel local e internacional lo cual conduce a una regulación multinivel según la escala de manejo.

¹⁵ Principios de la Declaración de Dublín 1992.

1. El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sostener la vida, el desarrollo y el medio ambiente.
2. El aprovechamiento y la gestión del agua debe inspirarse en un planteamiento basado en la participación de los usuarios, los planificadores y los responsables de las decisiones a todos los niveles.
3. La mujer desempeña un papel fundamental en el abastecimiento, la gestión y la protección del agua.
4. El agua tiene un valor económico en todos sus diversos usos en competencia a los que se destina y debería reconocérsele como un bien económico.

Ya que algunas veces resulta irónico que los organismos operadores locales puedan aplicar aspectos del ámbito internacional a lo local, cuando no cuentan con los especialistas ni herramientas necesarias.

Por lo que definir el grado de flexibilidad en la aplicación es fundamental para conocer su propensión y capacidad adaptativa local. En el entendido de que en la realidad el problema agua conduce a conflictos con intereses privados. Propiciados por los mecanismos jurídicos institucionales y políticos que impiden el pleno ejercicio del manejo sostenible del agua, así como la de otras iniciativas con buena voluntad.

1.5 El marco jurídico-institucional en materia de agua para los organismos operadores

Uno de los problemas más graves que enfrentan los organismos operadores de agua es el no poder desarrollarse de forma autosuficiente. En gran parte esto se debe a la gran responsabilidad con la que cargan y al insuficiente apoyo que reciben para afrontarla. Si nos referimos al marco jurídico no existe ley o norma que los oriente para un funcionamiento adecuado. Por lo que hablar del marco regulatorio resulta irónico porque no existe.

Al explorar la parte institucional nos encontramos que en su mayoría los organismos de agua operan de forma descentralizada, de ahí que se entienda la incertidumbre en el manejo y administración del agua que realizan. Lo que refleja un desentendimiento por parte de los gobiernos para afrontar los problemas relacionados al agua y una ausencia por parte del legislativo para garantizar la solvencia operativa del sector.

Como tal, la descentralización de la gestión del agua se promovió a partir de la Ley de Aguas Nacionales de 1992, la cual transfirió a los municipios y los gobiernos locales la administración del agua y alcantarillado, “aun sin contemplar que la mayoría de los gobiernos locales no estaban preparados para tomar esta responsabilidad como parte de sus atribuciones en la gestión del territorio” (Perló Cohen & Zamora Saenz, 2019).

Para identificar los criterios de manejo de agua por parte de las instancias políticas debemos retomar la definición del agua del artículo 27° constitucional que hace mención de que el agua “*constituye propiedad de la nación*” y que “*su explotación, uso y aprovechamiento solo podrá realizarse mediante concesiones otorgadas por el Ejecutivo Federal*”. Ante ello, el Estado mexicano se convierte en rector del recurso y de la política hídrica por el interés público que representa.

Por lo general, esas atribuciones no las realiza de manera directa, así que a partir del Artículo 27 se deriva la promulgación de la Ley de Aguas Nacionales y con ello la creación de su institución de apoyo la CONAGUA, la cual retoma esas atribuciones para desarrollarlas a nivel nacional. Sin embargo, gran parte del contenido de esta ley se basa en el desarrollo de infraestructura hidráulica para crecimiento de la economía nacional como objetivo primordial.

En cuanto a su relación con los organismos operadores, se reduce a “*fomentar y apoyar el desarrollo de los sistemas de agua potable y alcantarillado; los de tratamiento y reúso de agua ... contratar, concesionar o descentralizar la prestación de los servicios que sean de su competencia o que así convenga con los gobiernos estatales y, por conducto de estos, con los municipales o con terceros*” Artículo 9 (LEY DE AGUAS NACIONALES, 1992)

Luego el Artículo 45 de la (LEY DE AGUAS NACIONALES, 1992) señala que: “*Es competencia de las autoridades municipales ... la explotación, uso o aprovechamiento de aguas que se les hubiera asignado*”. Marcando un claro desapego en cuanto al servicio de abastecimiento se refiere, reduciendo sus labores a un simple asesor en la materia que brinda apoyo moral a los organismos operadores de agua. Camacho & Casados (2017) resaltan que la LAN se prevé a la CONAGUA exclusivamente para reglamentar la administración de las aguas nacionales y no en establecer elementos para la prestación del servicio.

Si no fuera poco, esa labor está bien respaldada por el Artículo 115 constitucional: Fracción III.- “*Los municipios tendrán a su cargo las funciones y servicios siguientes: a) Agua potable, drenaje, alcantarillado, tratamiento y disposición de aguas residuales*”

De lo anterior podemos señalar dos escenarios; el primero, que algunos municipios usan la figura de la descentralización para liberarse de esa facultad con el argumento de que el dominio público del agua es exclusivamente un derecho del pueblo y que su administración podría no ser pertinente; cuando en realidad se debe al elevado presupuesto que conlleva operar un organismo de agua.

En el segundo, al disponer de una libertad en la extracción de agua y al no haber una regulación no se establece un límite en los volúmenes de consumo, haciendo que su operatividad se dé bajo formas particulares que favorecen fines económicos y políticos, lo que convierte el manejo local del agua en un negocio. Cuando este es el caso, se corre el riesgo de su privatización; y aquí el argumento cambia a un discurso de modernidad para buscar mejorar la capacidad técnica y operativa del organismo.

Entiéndase que en los dos escenarios los organismos operadores de agua no son autónomos como se presume, puesto continúan operando a la voluntad municipal, ya que la decisión en tomar un escenario u otro depende de las actividades y potencialidades económicas que se estén gestionando en los territorios. De tal manera, esto quebranta los alcances y la capacidad de los organismos de agua para cubrir las demandas sociales ya que en los dos casos no se considera el límite de disponibilidad de las fuentes naturales de provisión o que una creciente demanda de agua desarrollaría una desigualdad en su abasto.

Ante ello, “el agua se ha convertido en un recurso estratégico y limitado y, a su vez, su acceso como un derecho humano” (Auditoría Superior de la Federación, 2020) establecido y reconocido en la Constitución¹⁶, lo que ha implicado retos significativos en materia hídrica para el Estado mexicano por la relevancia que tiene en la sociedad.

Es evidente que los esfuerzos legislativos en materia de recursos hídricos en México están sujetos a presiones capitalistas e influenciadas en su mayoría por políticas neoliberales promovidas como recomendaciones de organismos supranacionales.

¹⁶ Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, artículo 4o, México, 2021.

Como ya se mencionó anteriormente con la promulgación de la Ley de Aguas Nacionales (LAN) de 1992 el manejo del agua en México paso del esquema de hidráulico-agropecuario a una “interesante combinación de centralismo de la autoridad nacional y descentralización de administración y funciones técnicas y operativas” (Perló & Castro Reguera, 2018).

En acatamiento a esta reforma, “el gobierno federal transfirió la construcción y operación de los sistemas hidráulicos urbanos a los gobiernos estatales con la instrucción de que el servicio de agua potable y alcantarillado fuera, a su vez, trasladado a los gobiernos municipales y fuera operado por éstos” (Aboites Aguilar et al., 2010). Con el apoyo federal y de los gobiernos estatales cuando fuese necesario.

Sin embargo, en la actualidad la mayoría de los organismos de agua municipales de la región Chalco-Amecameca siguen tener ese apoyo ni en tener claras las características previstas por los lineamientos de la CONAGUA. Debido a lo complejo que pueden llegar a ser el manejo de agua; y que veremos a través de la información contestada por parte de los organismos agua de la región; recabada a partir de cuestionarios aplicados a ellos y que se detallan en el capítulo tres.

De esta manera, se puede decir que el involucramiento legislativo ha sido cómplice al no lograr eludir ni establecer la normativa para que el sector del agua opere de manera adecuada. Ya que sus acciones se han dedicado a generar una gobernanza policéntrica¹⁷ que se desenvuelve sin concurrencia, que genera burocrática y no contribuyen a mejorar la provisión de agua, haciendo que el problema de la escasez parezca ser ajeno a cualquier administración o esfera de gobierno por los entramados jurídicos que presenta.

En la actualidad existe una excedente institucionalización que trabaja bajo lineamientos nada claros desde sus límites político-administrativos, con atribuciones semejantes y sin articulaciones con sus homólogos, lo que tiende a fragmentar la colaboración regional y a debilitar el sistema institucional generando desconfianza

¹⁷ Cortés Landázury et al. (2019) Señalan que la gobernanza policéntrica consiste en la existencia de múltiples centros que toman decisiones individualmente.

social, puesto que al no plantear elementos de coordinación geográfica no logra ser capaz de garantizar el manejo eficiente del agua.

Las fallas del gobierno son múltiples, entre ellas “ineficiencia, incapacidad, falta de recursos humanos y económicos, excesivo centralismo, prácticas autoritarias, intervencionismo político, falta de transparencia e incluso corrupción” (Carabias & Landa, 2005). Que en la práctica contradice el objetivo de alcanzar el manejo sostenible agua. Dado que la forma organizada de la estructura institucional no lo permite.

Desde el contexto jurídico mexicano la función de manejo y administración de los recursos hídricos en el territorio nacional se ejerce a través de una particular estructura orgánica dentro de la CONAGUA (figura 2). En la práctica, estas acciones desde ámbito nacional se desenvuelven por medio de un Consejo Técnico [CT] y en el contexto regional mediante XIII Regiones Hidrológico Administrativas [RHA] conformada por Organismos de Cuenca [OC]¹⁸ y Consejos de Cuenca [CC]. Al respecto, el marco constitutivo señala que entre estos dos órganos debe existir un trabajo de vinculación.

Entre sus mecanismos y funciones se encuentra la de gestionar los asuntos hídricos de un territorio, desde una unidad de cuenca hidrológica. Como tal, su trabajo se enfoca en evaluar las necesidades hídricas a escala local y regional bajo el marco legal de la política hídrica nacional (Ley de Aguas Nacionales) y haciéndose valer desde su jerarquía federal a través de su estructura administrativa (Organismos de Cuenca) e interés de los usuarios (Consejos de Cuenca).

En la integración de esfuerzos, al momento de definir los mecanismos administrativos suele ser el Ejecutivo federal a través del Consejo Técnico y Organismos de Cuenca quienes ejercen las atribuciones de expedir los títulos de concesión de agua¹⁹ para otorgar agua en bloque. Al ser órganos subordinados de la dirección general de la CONAGUA con autonomía relativa, su estructura se sigue

¹⁸ Agrupaciones de cuenca divididas en XIII Regiones Hidrológicas Administrativas que tienen la finalidad de administrar y preservar las aguas nacionales.

¹⁹ Derechos que otorga el Estado para el aprovechamiento y uso de las aguas nacionales.

manteniendo bajo los intereses del desarrollo nacional. **En este sentido, es la decisión de los integrantes de los Organismos de Cuenca la que resulta fundamental en el manejo del agua** (Ver figura 2).

Otro de sus objetivos radica en conformarse como un órgano normativo, a fin de preservar las aguas nacionales; técnico, por la responsabilidad de evaluar y monitorear la disponibilidad de agua en las cuencas y acuíferos de México; y consultivo para ser consultada en asuntos relacionados a la materia hídrica nacional. Esto último, es importante puesto permite la creación de mecanismos de participación a través de la coordinación y concertación con las tres esferas de gobierno, usuarios y organizaciones.

Este mecanismo, se encuentran en los Consejos de Cuenca los cuales parecieran ejercer la construcción de una gobernanza a través de una participación social. Respecto a ello, la ley los señala como “instancias de coordinación y concertación entre la CONAGUA, las dependencias y entidades de las instancias de los tres niveles de gobierno y los representantes de los usuarios de una cuenca” (Cotler Ávalos, 2020).

Se componen principalmente de servidores públicos de dependencias federales, estatales y municipales; de representantes de la región perteneciente a las cuencas; de organismos operadores de agua; así como organizaciones civiles y entidades académicas. Su finalidad, canalizar las demandas sociales y los problemas hídricos de la cuenca; promoviendo la coordinación y concertación en temas relacionados a la gestión integral de las cuencas.

Sin embargo, la Auditoría Superior de la Federación (2020) señala que la composición y representatividad de estos entes es algo incipiente y figurativa puesto que la participación local que promueven presenta grandes debilidades, lo que los ha hecho ser instancias ampliamente cuestionadas. Ya que, hace difícil “la conformación de un ámbito que represente legítimamente al conjunto de intereses involucrados en la territorialidad” (Aboites Aguilar et al., 2010).

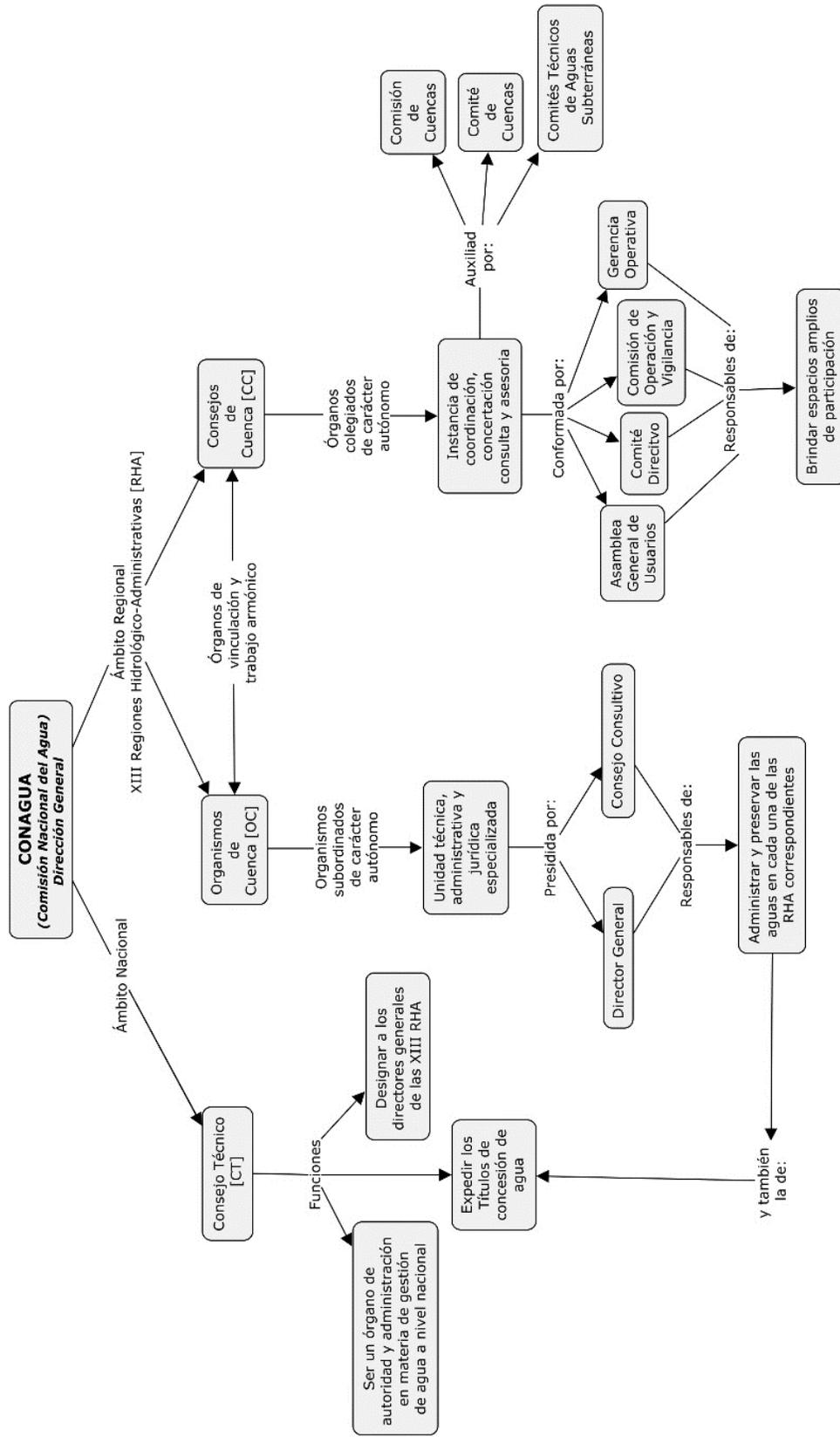


Figura 2. Estructura orgánica de la CONAGUA. Esquema sobre el funcionamiento operacional y administrativo de la CONAGUA. Fuente: Elaboración propia.

Otro aspecto es, que estos consejos simulan trabajar de manera vinculada a los Organismos de Cuenca, (encargados del enfoque técnico y administrativo del agua). Cuando en realidad carecen de atribuciones ejecutivas y presentan una débil representación en la toma de decisiones directas, debido a que funcionan como comisiones auxiliares de asesoría y consulta. Por lo cual, sus acuerdos no llegan a hacer obligatorios ni vinculantes.

Por último, hay que señalar que la poca participación y acuerdos que se generan en ellos por lo general es inducida y promovida bajo intereses de privados. Dado que la participación se facilita a aquellos integrantes que poseen una concesión de agua; limitando a la población de voz y voto. Lo que nos hace replantear y cuestionar ¿Quiénes son los actores en la toma de decisiones en nuestras cuencas?, pero más aún ¿A quiénes se les otorgan las concesiones?

Lo anterior resalta que la participación social promovida desde la ley queda estancada. Por lo tanto, se puede decir que los Consejos de Cuenca no pueden ser considerados espacios donde se ejerza la participación en vista de que las discusiones que desarrollan no representan los intereses de la población. Además, porque su efectividad no se evalúa en términos de sus alcances y limitaciones que pueden llegar a tener.

En la realidad, su trabajo se centra solamente en canalizar la pseudo-expresión social para así cumplir con un requisito de buena fe en la política hídrica; y no en abordarlo como un mecanismo para la gestión del agua en las cuencas, ya que lo acordado en esas reuniones no favorece a resolver la falta de preservación de fuentes provisión de agua. Por el simple hecho de que en su mayoría se demanda mayores permisos para extraer volúmenes de agua, así como más obras de infraestructura hidráulica.

Hasta el momento la revisión jurisdiccional del agua solo ha evidenciado que la Ley de Aguas Nacionales esta adecuada a las necesidades que requiere el desarrollo económico. Ejemplo de ello es la privatización de los organismos cuando existe factibilidad económica debido a la presencia de actividades productivas. En el caso contrario cuando no existen factibilidades económicas la descentralización se da

para no responsabilizarse en la atención a los problemas del agua, por el simple hecho de que no es negocio y de esta manera no comprometer el presupuesto municipal y dirigirlo a otros aspectos del desarrollo del territorio.

En resumen, es posible identificar “un proceso teñido de intenciones por impulsar un marco legislativo general para el sector hídrico en el país; distintos proyectos de iniciativa constituidos a través de visiones y contenidos que, en apariencia, se encuentran en las antípodas unas de otras” (Foros Estatales, 2021). Sin embargo, el problema que enfrenta la gestión del agua desde el punto de vista legislativo es la propia falta de instrumentos legislativos para poder implementarla y hacerla obligatoria.

Ante ello, la falta de capacidad de la ley resulta cada vez más evidente, dificultando la forma para abordar el problema de la escasez de agua.

“Que caracteriza a la administración del agua subterránea en el país pareciera tener algo de intencional. Sumado al profundo desconocimiento que prevalece en todos los ámbitos sociales y académicos acerca de la naturaleza y comportamiento del agua subterránea, todos los días aparecen reportes de mal manejo de obras hidráulicas, mientras que la alarmante disminución del suministro de agua a las ciudades se atribuye a la escasez del agua” (Ortega Guerrero et al., 2016)

Razón por la cual el desafío consiste en pasar de un régimen hidráulico a uno de tipo hídrico que haga énfasis en la conservación de las fuentes naturales agua a fin de garantizar la provisión de agua a futuro, pero también en la de una verdadera participación social que tenga como propósito lograr un manejo adecuado del agua.

Es evidente que con la actual estructura orgánica de la CONAGUA no se distingue un proyecto gubernamental en materia de agua ya que enfrentan una creciente brecha entre el discurso político-legislativo y la aplicación en la práctica, debido a que se promueve enfrentar los problemas del agua desde la planeación y coordinación sin considerar las capacidades prácticas para lograrlo. De ahí que, los mecanismos de participación carezcan de un ejercicio de representación. Haciendo

que el sector enfrente una deficiente gobernanza y oriente su labor solo a la gobernabilidad²⁰

Por lo anterior, Cotler Ávalos (2020) menciona que para limitar el deterioro en el contexto actual del manejo de la cuenca “se requiere, por un lado, crear las condiciones de gobernanza para discutir el desarrollo de distintas alternativas de uso del territorio, a partir de una coordinación interinstitucional y la participación e informada de la población” a través de un marco que proporcione un enfoque regional y no limitado a decisiones dentro de los límites administrativos.

1.6 Seguridad Hídrica

Una vez visto el proceso complejo que propicia la escasez de agua se puede señalar que la seguridad hídrica no puede seguir siendo abordada desde un discurso. Ante ello, para hacer un buen manejo del agua es necesario estudiar las componentes hidrográficas e hidrológicas del territorio, a fin de estimar la capacidad de abastecimiento con la que se cuenta. Con la finalidad de considerar acciones de gestión para atender las problemáticas hídricas que surgen en las cuencas y acuíferos. Sin embargo, para lograrlo se requiere de capacidad técnica por parte de los organismos administradores.

Como tal, comenzar a abordar aspectos de la dinámica socio-eco-hidrológica, así como de esquemas de aprovechamiento sustentables conlleva un proceso de transformación del sector institucional, el cual en su mayoría sigue mantenido prácticas tradicionalistas del régimen hidráulico. A pesar de que se ha comenzado a utilizar a la cuenca como unidad de estudio para la identificación y conceptualización; es en la planificación e implementación de estrategias, donde el propósito de promover la coordinación y compromiso de la sociedad y gobierno en los problemas relacionados con el agua no está funcionando bien.

²⁰ La gobernabilidad es el ejercicio del poder político derivado de la solución a las demandas sociales y la capacidad de los gobiernos en atenderlas de forma autoritaria. Mientras que la gobernanza hace referencia a todos los procesos de gobierno, instituciones, procedimientos y prácticas mediante acciones en conjunto con la sociedad.

Ante la importancia relativa de la visión global a la situación de emergencia hídrica que se vive a nivel mundial, se es mayor la necesidad por los gobiernos de garantizar a la población el abastecimiento. De ahí que aparezca la seguridad hídrica para proporcionar un análisis múltiple a través de distintos enfoques. Entre ellos, criterios de política pública en temas de saneamiento, acceso, abasto y preservación del agua que contemplan el contexto de los objetivos sociales, económicos y medio ambientales en el uso de los recursos hídricos.

Algunas de las definiciones de la seguridad hídrica la refieren como:

“La disponibilidad de una cantidad y calidad aceptable de agua para la salud, los medios de vida, los ecosistemas y la producción, aunado a un nivel aceptable de riesgos relacionados con el agua a las personas, los ambientes y las economías” (Grey & Sadoff, 2007).

Por otra parte, para la Organización de la Naciones Unidas es:

“La capacidad de la población de salvaguardar el acceso sostenible a cantidades adecuadas y de calidad aceptable de agua para sostener los medios de vida, el bienestar humano y el desarrollo socioeconómico; para garantizar la protección contra la contaminación del agua y los desastres relacionados con el agua; y para preservar los ecosistemas en un clima de paz y estabilidad política” (Programa Hidrológico Intergubernamental (PHI) UNESCO, 2022).

En definitiva, el concepto introduce los aspectos sociales y políticos que surgen en el desarrollo de las regiones. Aporta una visión más amplia de los problemas, desafíos y dimensiones que se tienen en materia de aprovechamiento y manejo de los recursos hídricos. Considerando a la capacidad institucional como un factor determinante para enfrentar los retos de carencia hídrica, para acceder y aprovechar el recurso de forma más sostenible. En síntesis, señala que, al salvaguardar el acceso a cantidades adecuadas de agua en calidad aceptable, así como garantizar la salud humana y de los ecosistemas se protege la subsistencia de la vida humana.

Por lo tanto, lo anterior nos lleva a entender que el camino para resolver los problemas agua coloca al análisis y manejo de cuencas como una herramienta metodológica fundamental para el estudio de los sistemas hídricos urbanos, dada la alta relación explícita entre el territorio, el agua, sectores y usuarios. Sin embargo, la gestión desde un enfoque de cuenca en México es un proceso dicotómico en la realidad, en cuanto a planeación de recursos hídricos se refiere.

Lo que resulta una situación adversa en tanto se hable de Gestión Integrada de los Recursos Hídricos ya que “los principales retos de la seguridad hídrica son resolver la escasez de agua, la contaminación de los cuerpos de agua, los conflictos por el agua y el deterioro ambiental” (Martínez-Austria, 2013).

Por lo que se refiere a la escasez de agua en la región Chalco-Amecameca se debe al mal manejo en el uso y consumo del agua, a las constantes prácticas hidráulicas para el abastecimiento, a mecanismos de administración, operativos y técnicos ineficientes y principalmente por una disminución considerable y creciente de las fuentes subterráneas. Relacionándolo en su mayoría a un inadecuado uso de las diversas fuentes naturales de agua existentes, entre ellas las de tipo superficial, así como de un nulo aprovechamiento de las aguas residuales que también deberían contemplarse como disponibles para un segundo uso.

CAPÍTULO II. EL PROBLEMA DE LA ESCASEZ DEL AGUA EN LA REGIÓN CHALCO-AMECAMECA

“Los ríos son nuestros hermanos, ellos calman nuestra sed. Los ríos llevan a nuestras canoas y nos dan peces para alimentan a nuestros hijos. Si les vendemos nuestras tierras, ustedes deberán recordar y enseñar a sus hijos que los ríos son nuestros hermanos y también los suyos, y por tanto deberéis tratar a los ríos con la misma dulzura con que se trata a un hermano”

(Anónimo, 2016)

Supuesto discurso de la Carta del jefe Seattle al presidente de los Estados Unidos de 1854.

En el capítulo anterior se expuso la problemática asociada a la escasez de agua; sin embargo, las características operacionales siempre evidencian las dificultades en el manejo y administración del agua. El caso de la región Chalco-Amecameca no es la excepción ya que se encuentra desarrollando severas problemáticas para satisfacer la demanda de agua que necesitan sus habitantes.

La región Chalco-Amecameca se encuentra al oriente de Estado de México. En materia administrativa, se sitúa en la 13° Región Hidrológica Administrativa (RHA) Aguas del Valle de México, bajo el nombre de Río de La Compañía 2666 (figura 3) una representación de subcuenca hidrográfica perteneciente a la Cuenca de México que cubre un área aproximada de 1,150 km² y que según datos de la CONAGUA (2021) cuenta con una disponibilidad de 0.09 hm³/año.

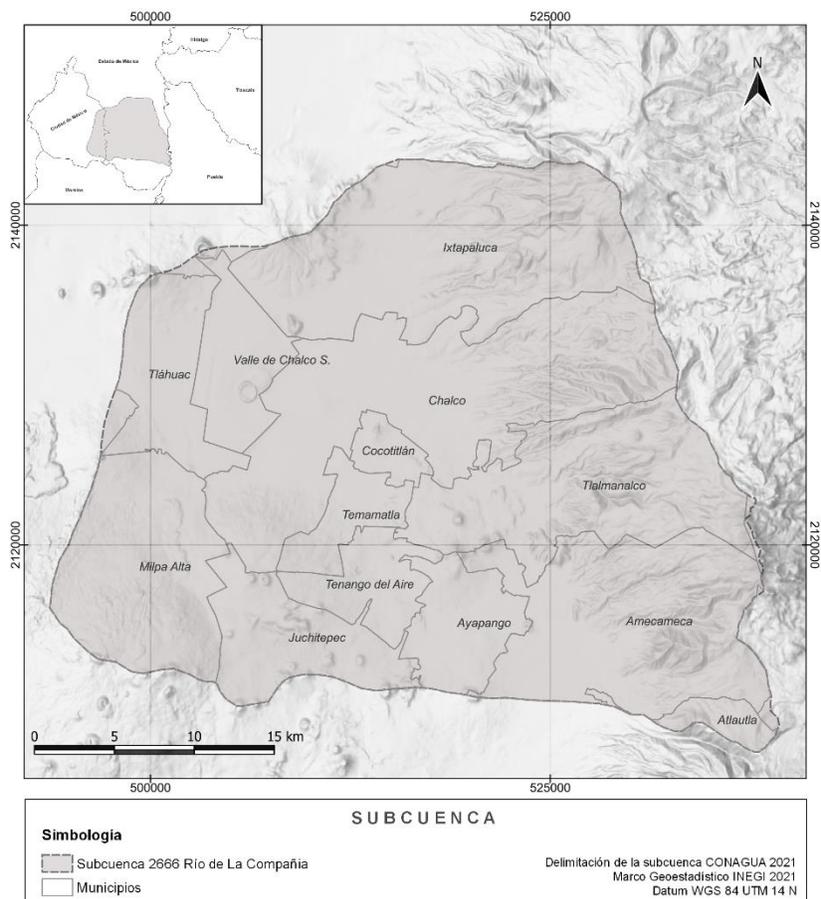


Figura 3. Mapa de delimitación de la subcuenca de estudio. La subcuenca Río de La Compañía alberga once municipios del Estado de México y dos Alcaldías de la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con insumos cartográficos del INEGI y CONAGUA 2021.

En términos de abastecimiento el agua utilizada en la región proviene del acuífero 1506 Chalco-Amecameca (figura 4), representación hidrológica que delimita al principal sistema acuífero de la zona. Fuente de provisión principal de la población habitante y de los diversos procesos productivos de la región, de la cual, “los municipios de la cuenca baja (conurbados a la Ciudad de México) son los mayores consumidores y dependientes a ella” (Morales Pérez, 2018).

Si la situación ya es de por si compleja en el tema de disponibilidad de las fuentes superficiales donde su mala calidad la hace un recurso poco aprovechado. En el caso de las fuentes subterráneas, el acuífero cuenta con un déficit negativo de disponibilidad de $-25.42 \text{ hm}^3/\text{año}$ (CONAGUA, 2021), lo que representa condiciones severas de sobreexplotación.

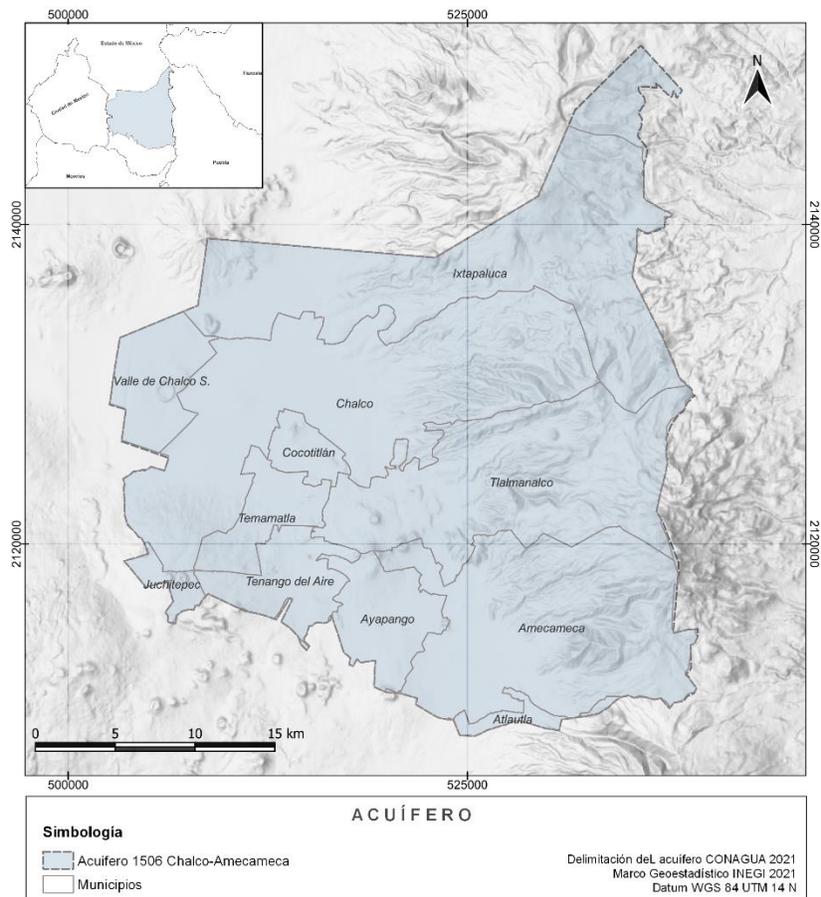


Figura 4. Mapa de delimitación del acuífero. El acuífero Chalco-Amecameca subyace bajo once municipios del Estado de México. Fuente: Elaboración propia con insumos cartográficos del INEGI y CONAGUA 2021.

Estas alteraciones al almacenamiento del acuífero generan una disminución en las reservas subterráneas, lo que incrementa la vulnerabilidad a que las personas carezcan de acceso al agua, por condiciones de estrés hídrico y el riesgo al consumo de agua contaminada en el peor de los escenarios. No olvidemos que en condiciones normales los acuíferos “funcionan como filtros purificadores, lo que hace que se preserve la calidad del agua” (Tejado Gallegos, 2022). Pero cuando estos se ven perturbados el proceso llega hacer contraproducente. Tal es el caso de los crecientes niveles de contaminación difusa que se generan en las ciudades y son propensos de llegar al acuífero, “lo que pone en peligro el equilibrio ecosistémico por el inadecuado uso, transporte, manejo y almacenamiento de las sustancias” (Tejado Gallegos, 2022).

A su vez, hay poco interés en utilizar fuentes de provisión alternas por parte de los organismos operadores lo que limita el uso eficiente del agua. Si bien, se tiene la idea de que es poco el volumen que se puede aprovechar de las precipitaciones y escurrimientos superficiales existentes en la región; también se debe señalar que los constantes procesos de deterioro en la calidad de agua que surgen en los municipios de la subcuenca hacia sus ríos y lagos hacen que sean aguas no aprovechadas, porque se encuentran en su mayoría contaminadas (Cortés Landázury et al., 2019)²¹.

Aun así, el acuífero continúa siendo un gran reservorio natural que por lo general sigue brindando agua de buena calidad para su uso, a causa del particular sistema hidrogeológico de la región y a pesar de que el proceso natural de la recarga se ve continuamente afectado por el constante cambio uso de suelo en la subcuenca. Esta condición ha comenzado a deteriorar fácilmente al acuífero, más rápido de lo que la naturaleza puede renovarlo.

De ahí que Mazari Hiriart & Noyola Robles (2019) destaquen que “la importancia de estos reservorios de agua es enorme para la seguridad hídrica del país” ya que “En México los acuíferos abastecen dos terceras partes del consumo humano del agua

²¹ Cortés Landázury et al. (2019) mencionan que, comparando la cantidad de trabajos dedicados al agua, la contaminación ha sido menos analizada en contraste con su disponibilidad. Lo que la hace un área con gran oportunidad para su exploración.

y la mitad de lo requerido para actividades industriales” constituyendo “una fuente indispensable para satisfacer las necesidades urbanas, rurales, industriales y agrícolas”.

2.1 Descripción física del sistema hídrico urbano de la región.

Caracterización del Sistema acuífero

Investigaciones como la de Morales Pérez (2018) señalan que litológicamente el sistema acuífero superficial, está constituido por paquetes de sedimentos compuesto en su mayoría por arcillas que dan como resultado la formación de acuitardos²². Entre las distintas propiedades hidrogeológicas que tienen estas capas, es que funcionan como grandes filtros que adhieren compuestos contaminantes en su estructura y sirve como base para la formación de lagunas por la impermeabilidad que desarrollan. Sin embargo, son altamente susceptibles a sufrir fallas, grietas o fisuras en su estructura cuando estas arcillas no se encuentran saturadas en agua.

Continuando con la descripción, en estratos inferiores se encuentran los grandes depósitos no consolidados de origen fluvio-lacustres, paquetes de sedimentos provenientes de la erosión de la Sierra Nevada, Chichinautzín y Santa Catarina, una capa donde el agua incrementa su velocidad de infiltración y adhiere condiciones químicas que le dan su buena calidad, ya que transita entre material volcanoclástico. Determinado como el *acuífero granular*, que en el estudio hidrogeológico de Morales Pérez (2018) se señala como la capa que por lo general utilizan los organismos operadores como zona preferencial para la extracción de agua.

Posteriormente, se tiene una capa con material fracturado generada por su cercanía con el sustrato inferior, la cual se señala como el *acuífero fracturado*. Por las características físicas que posee hace que el movimiento del agua varíe, complicando las maniobras de perforación y extracción. Junto con la capa anterior son producto de los procesos volcánicos y tectónicos que desarrollaron la formación de la gran Cuenca de México.

²² Formación geológica que contiene apreciables cantidades de agua que se transmite muy lentamente, pero que sigue permitiendo una recarga vertical a los almacenamientos inferiores.

Por último, Morales Pérez (2018) señala la presencia de una capa de rocas volcánicas con composición basáltica, que en términos hidrogeológicos representa el basamento del reservorio, ya que la velocidad de infiltración es cercana a cero, lo que permite las condiciones de almacenamiento de agua. Cabe señalar, que todo este sistema acuífero descrito en la figura 5 tiene un espesor aproximado de 500 m de profundidad y se le conoce como *acuífero superior Chalco- Amecameca*.

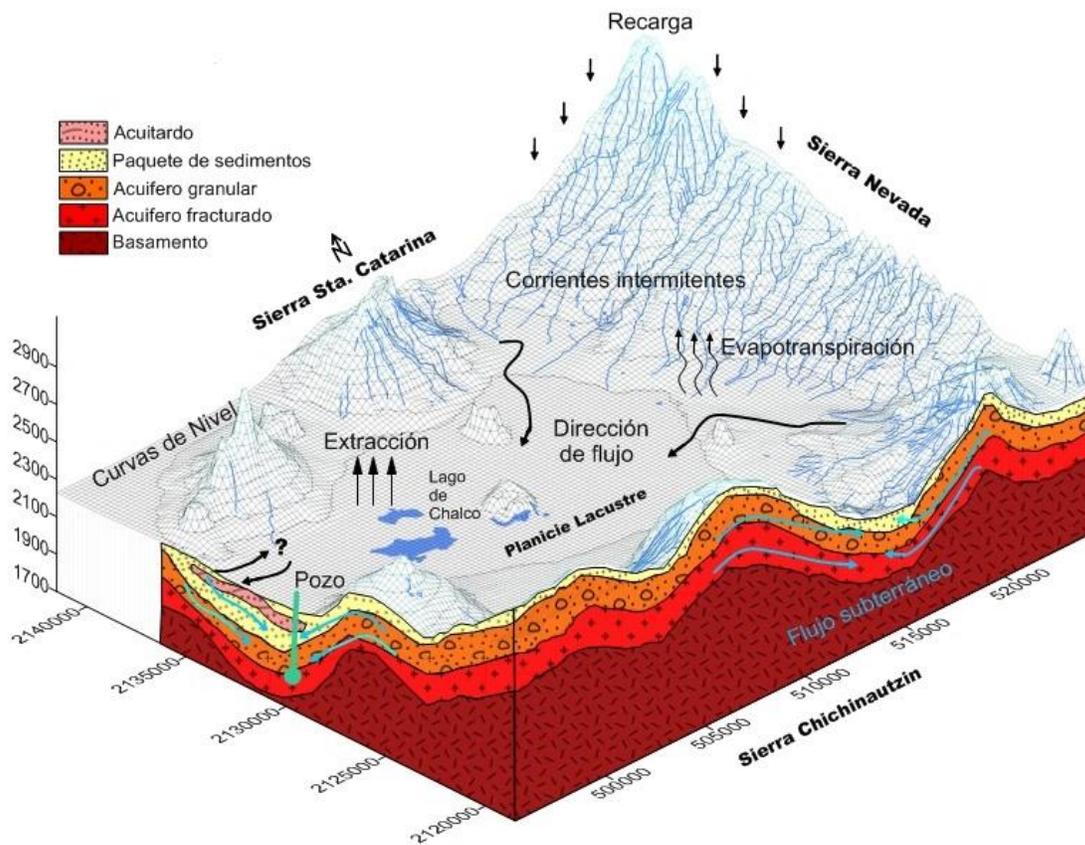


Figura 5. Modelo hidrogeológico de la región Chalco-Amecameca. Conceptualización del sistema hidrológico, que muestra la esquematización de estratos del acuífero superior. Fuente: Tomada y modificada de Morales, 2018.

Sin embargo, en este sistema acuífero existen capas más profundas saturadas en agua, lo que permitiría extraer reservas de almacenamiento de agua más profundas, como ya se realiza en la cercana alcaldía de Iztapalapa a través del pozo de San Lorenzo el cual tiene una profundidad de 2008 m. Cabe señalar, que esta práctica va en aumento porque cada vez la adoptan más los organismos operadores de la

región, aun con el riesgo de los elevados costos de potabilización que representa eliminar las impurezas que llegan a presentar estas aguas.

Lo anterior, es un claro ejemplo que resalta la hegemonía del pensamiento hidráulico en el manejo del agua y que las soluciones para seguir manteniendo el suministro en la ciudades o municipio, es a través de grandes obras hidráulicas como es la perforación de pozos más profundos. Un paliativo que genera descensos del nivel piezométrico en el acuífero, una disminución severa en los volúmenes de almacenamiento y el riesgo a un costoso mantenimiento o pérdida del pozo en caso de un sismo.

En este sentido, debemos entender que las soluciones a través modelo hidráulico son aceptadas por el ámbito político ya que son tangibles para la sociedad y brindan popularidad. Al tener a la población acostumbrada a recibir grandes obras de infraestructura, también se promueve el desprendimiento de responsabilidad en el uso y manejo del agua; de la falta sensibilidad a los procesos hídricos; y una escasa organización comunitaria, lo cual es aprovechado por actores con intereses económicos.

Descripción de las componentes de ciclo hidrológico

Por lo que se refiere a la funcionalidad del ciclo hídrico, el conocimiento del proceso es de vital importancia. Ya que al generar un diagnóstico básico de sus condiciones permite entender las limitantes en su aprovechamiento y los problemas que podría generar en su dinámica.

En el caso de la infiltración debe reconocerse que su estudio comienza cuando la gota de lluvia permea el suelo. Por ello, la representación e identificación de los grupos de suelos se considera un aspecto relevante que nos ayuda a entender la capacidad de percolación, pero que a su vez tendrían que ser consideradas por las unidades de Protección Civil ya que hay casos donde el agua ha generado “la destrucción de propiedad y la pérdida de vidas humanas” (Torregrosa, 2017).

Para su identificación se utilizó el sistema *World Reference Base for Soil Resources* (WRB por sus siglas en inglés) del año 2015. Como tal, las condiciones edafológicas

del lugar hacen destacar cuatro grupos. El primero, es el Feozem ya que predomina en extensión en toda la subcuenca; estos suelos se caracterizan por ser de coloración oscura, con una marcada acumulación de materia orgánica y porque se desarrollan sobre material parental no consolidado dentro de los primeros centímetros de espesor lo que da cavidad a la presencia forestal en la parte media y alta de la cuenca.

El segundo grupo de suelo presente son los regosoles, suelos jóvenes generalmente resultado del depósito reciente de roca y arena transportada por el agua; de ahí que se encuentren en las faldas de las sierras, donde son acumulados por los ríos que descienden cargados de sedimentos. Las extensiones más vastas de estos suelos se localizan sobre la cuenca media.

El tercero son los vertisoles, en su mayoría de textura arcillosa y con mal drenaje por las condiciones alternas de sequía-humedad que se viven en la zona, y que a su vez evidencia el fenómeno de expansión-retracción del terreno relacionadas al fenómeno de subsidencia y socavones que se observan en la parte baja de la subcuenca.

Por último, en el cuarto grupo de suelos sobresale la presencia de gleysoles en la parte baja de la subcuenca, como causa de ello se tiene la presencia de formación de horizontes de color oscuros y otros con coloración más clara, que indica como tal el proceso de gleyzación, es decir, saturación temporal de los horizontes edafológicos con aguas de reciente infiltración. Con ello, se confirma que las condiciones freáticas siguen teniendo injerencia en la planicie, tal como lo señala la Universidad Autónoma Metropolitana (2011) en la zona de lagos de la parte baja de la subcuenca.

Continuando con la caracterización de los procesos hidrológicos se realizó un análisis morfométrico²³ (figuras 6 ,7 y cuadro 2) puesto que “ofrece conclusiones preliminares sobre las características ambientales del territorio a partir de la

²³ Gaspari et al. (2013) determina que las propiedades morfométricas de una cuenca hidrográfica proporcionan una descripción física – espacial, así como la posibilidad de entender de mejor forma lo eventos hidrológicos.

descripción precisa de la geometría de las formas superficiales” (Gaspari et al., 2013).

El resultado de dicho análisis permitió identificar un relieve en su mayoría de pendiente suaves con una predominante distribución morfológica de planicie. Lo que justifica que la acumulación de agua en la parte baja de la cuenca exista de forma natural. Su desnivel altitudinal es de 2,295 msnm, lo que se relaciona a una alta variabilidad climática y ecológica, que es bien apreciable en el lugar.

La red drenaje que presenta es de orden 7, lo que expresa un flujo elevado de escorrentía que relacionado a las características edafológicas de la región hace que la cantidad de agua drene rápidamente en la parte alta y lentamente en las zonas bajas.

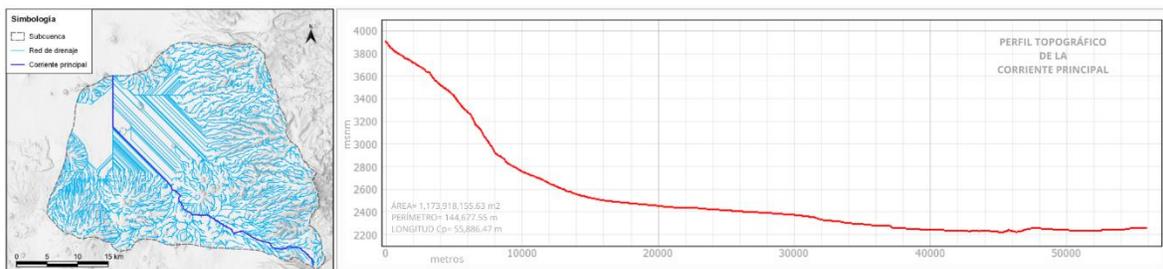


Figura 6. Perfil topográfico de la corriente principal. Morfometría. Fuente: Elaboración propia con información del Modelo Digital de Elevación de la Subcuenca Chalco-Amecameca.

Coeficiente de compacidad de Gravelius K_c	Elongación R_e	Factor de Forma IF
$K_c = \frac{P}{2\sqrt{\pi A}}$	$R_e = \frac{1.1284 \sqrt{A}}{L_c}$	$IF = \frac{A}{L_c^2}$
$K_c = 1.1911$	$R_e = 0.6917$	$IF = 0.3758$

Cuadro 2. Parámetros morfométricos elementales. Fuente: Elaboración propia con base a metodología de Gaspari et al. (2013).

Otros indicadores morfométricos destinados a “determinar la influencia de los límites de la cuenca en relación con el movimiento y captación del agua de lluvia se engloban en los parámetros de forma” (Gaspari et al., 2013). Entre ellos esta, el

Coeficiente de Compacidad [Kc] que establece la relación entre el perímetro de la cuenca y el perímetro de una circunferencia de área equivalente a la superficie de la cuenca correspondiente. El Kc está relacionado estrechamente con el tiempo de concentración, que es el tiempo que tarda una gota de lluvia en moverse desde la parte más lejana de la cuenca hasta la salida.

Para la cuenca Río de la Compañía el valor de 1.1911 señala una forma de cuenca casi redonda. El grado de aproximación de este índice a la unidad indica la tendencia a concentrar fuertes volúmenes de aguas de escurrimiento, lo cual quiere decir que la subcuenca **tiene la particularidad de tener una mayor concentración de agua, es decir la posibilidad de sufrir grandes crecidas.**

Por otra parte, el parámetro de *Elongación [Re]* es un cociente que varía entre 0.60 y 1.00 y está fuertemente correlacionado con el relieve de la cuenca, de manera que el resultado obtenido para la subcuenca Río de La Compañía de 0.6917 **se asocia a fuertes relieves y pendientes pronunciadas del terreno**, tal como se puede observar en la parte alta y media de la subcuenca (figura 7).

En cuanto al *Factor de Forma [IF]*, expresa la relación entre el área de la cuenca y la longitud del cauce principal al cuadrado, para el caso de la subcuenca Río de La Compañía el valor de 0.3758 indica una cuenca ligeramente alargada **con un potencial moderado de producción de caudales que puedan convertirse en avenidas o crecidas.** En definitiva, las características de descarga de las corrientes en los eventos de flujo máximo son de volumen moderado, así como sus tiempos de concentración de sus aguas.

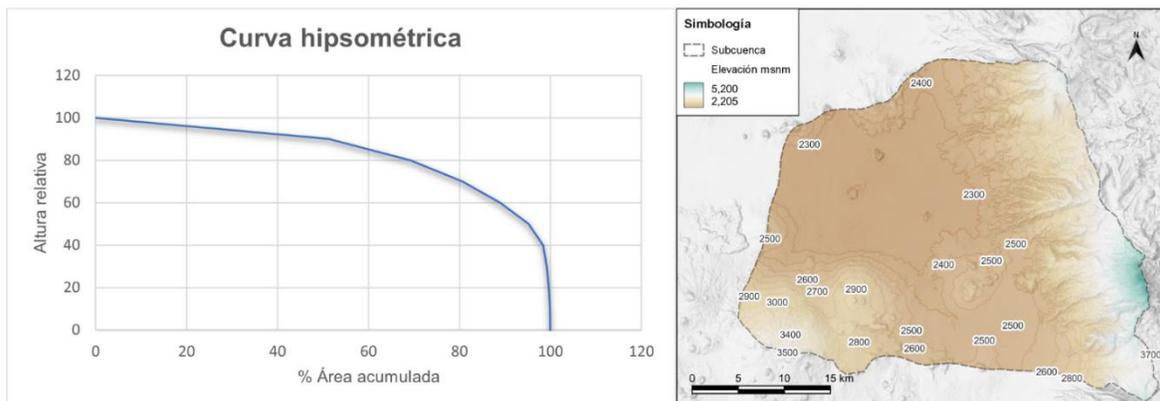


Figura 7. Curva hipsométrica. Fuente: Elaboración propia con información del Modelo Digital de Elevación de la Subcuenca Chalco-Amecameca.

Para comprobar la información morfológica de la subcuenca se elaboró la curva hipsométrica de la subcuenca, un parámetro de relieve que permite identificar como la topografía y el relieve tiene influencia sobre la respuesta hidrológica. Para el caso de la subcuenca Río de La Compañía la forma de la curva refleja una subcuenca con gran potencial erosivo en una fase de juventud. De ahí la presencia de laderas con pendientes elevadas en la parte alta y planicies extensas en la parte baja que se consideran zonas de depósitos susceptibles a inundaciones.

Con el estudio de los rasgos geométricos se puede concluir que la subcuenca Chalco-Amecameca tiene un potencial moderado para llevar a cabo el aprovechamiento de fuentes superficiales, así como la exploración de campos como la *Ecohidrología* que Martínez Valdés & Villalejo García (2019) indican mucho se apoya del análisis de la respuesta hidrológica a partir del estudio de los procesos físicos de las cuencas; y otros como las *Soluciones Basadas en la Naturaleza (SNB)* “que establecen un equilibrio dinámico” (Arauz & Marzo, 2021) entre lo urbano y natural; de los cual abordare en el capítulo tres.

Otros de los aspectos que la morfología permitió justificar es el porqué del establecimiento de lagos, lagunas y humedales en la parte baja, y que en la actualidad se aprecian como inundaciones. Por lo cual, se deben entender que esto es parte de su proceso hídrico natural. Sin embargo, Perló & Castro Reguera, (2018) señalan la implementación de un paradigma hídrico más a este proceso, y es el hecho del desalojo masivo de estas aguas fuera de la cuenca de origen; que, en vez de verse como parte del sistema hidrológico natural de la región, se hace notar como un problema.

Con respecto a ello, comúnmente son las precipitaciones concentradas mayormente en verano las que orillan a trabajar a los gobiernos a mitigar las inundaciones, obligándolos a implementar estrategias como son el control de los escurrimientos que desciende de las sierras mediante el entubamiento y canalización, que para González Villarreal et al. (2022) constituyen proyectos inadecuados que desencadenan grandes afectaciones a las zonas urbanas y

sobres todo aspectos que ponen en riesgo la salud de los ríos. En el caso de la zona de estudio es una práctica ingenieril observada en la cuenca baja, la cual ha modificado los escurrimientos naturales tal como se observa en la red de drenaje de la figura 6.

Actualmente, los ríos de la subcuenca que deberían tener una gran importancia hídrica para la región han sido “desviados artificialmente hasta convertirlo en lo que hoy se conoce como el Canal de La Compañía y Canal General” (Arellano Aguilar, 2017), tal es el caso de los ríos Amecameca y La Compañía que especialmente son utilizados como colectores de aguas residuales en su tránsito por los municipios de la cuenca alta y media, convirtiéndolos y siendo utilizados como un sistema de desagüe de aguas negras (figura 6).

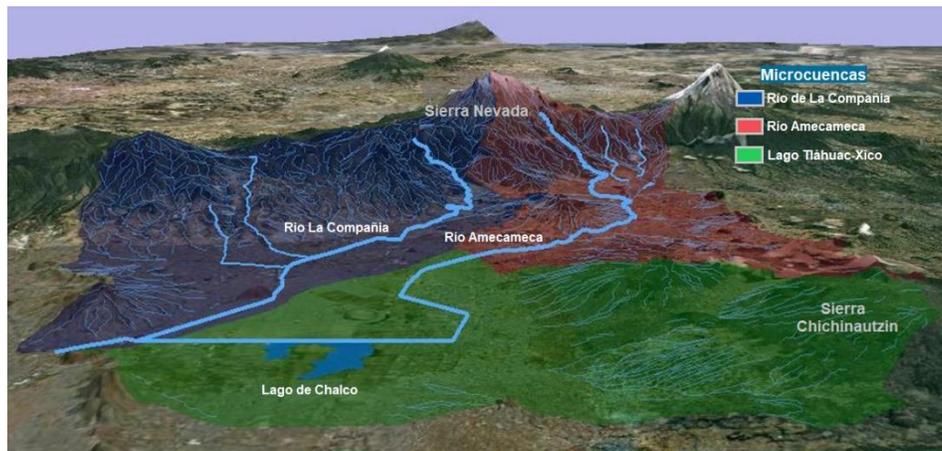


Figura 6. Microcuencas que comprenden la subcuenca Río La compañía. La subcuenca Río de La compañía alberga tres microcuencas. Fuente: Tomada y modificada de Universidad Autónoma Metropolitana (2011).

Cotler Ávalos (2020) señala que las descargas de estas aguas residuales sin previo tratamiento muestran el incumplimiento de la normatividad, ya que estas acciones constituyen una de las causas de terminación y revocación de concesiones y asignaciones de agua, algo que evidencia la nula regulación y vigilancia por parte de la CONAGUA para trabajar en el control de la contaminación puntal (municipios e industrias) y difusa (agricultura, ganadería y actividades irregulares)

A pesar de ello, para entender las potencialidades que podrían tener fuentes de abastecimiento alternas, el análisis climatológico es esencial para justificar la viabilidad para el aprovechamiento de las aguas superficiales y de lluvia. Además,

contribuye a comprender que las direcciones, distribución, velocidad y tiempos que tiene el agua en la subcuenca son muy diversos. Aspectos relevantes que deben ser contemplados para el manejo adecuado del agua.

Con base en la información estadística básica de la CONAGUA (2021), encontramos que los meses más cálidos son abril y mayo, con una temperatura máxima promedio de 25 °C y el mes más frío enero con una temperatura mínima promedio de 2 °C. En tanto al régimen de lluvias, se tienen registros de una precipitación anual acumulada de 552 mm y una precipitación promedio anual de 46 mm, siendo los meses de junio a agosto el periodo de mayor intensidad de lluvias (figura 7).

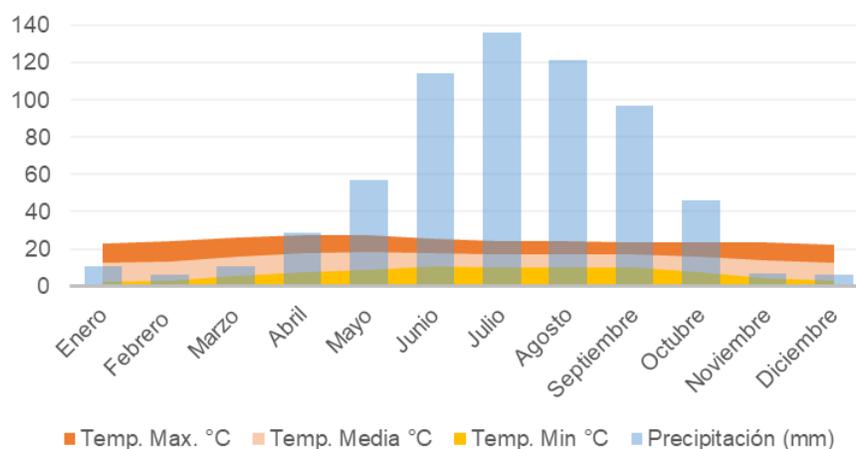


Figura 7. Climograma. Precipitación y temperatura promedio. Se observa a junio como el mes más húmedo, y diciembre como el más seco. Fuente: Elaboración propia con datos obtenidos de la CONAGUA (2021).

Basándose en la clasificación descriptiva de Enriqueta García de 1964 se observa que el clima de la región es el Templado subhúmedo (Cw). Como tal, la clasificación anterior se obtiene de la consulta bibliográfica en su portal web. Por lo tanto, para obtener un análisis más detallado que ponga en evidencia los efectos que cambio climático está ocasionando en la subcuenca se optó por verificar los cambios la dinámica atmosférica de la región a través de un climograma más robusto compuesto de registro de los últimos 30 años de las normales climatológicas que presenta la CONAGUA en su portal del Servicio Meteorológico Nacional.

Los resultados de la figura 8 señalan para la parte baja de la cuenca un rango de temperaturas de tipo semifrío y el de humedad cercano a seco, que comparado al

clima reportado de la clasificación tradicional genera contradicciones. Para el caso de la parte alta el rango de temperatura está determinado como semifrío y el de humedad cercano a semiseco. Esto nos indicaría que en los últimos 30 años han existido cambios significativos que están generando precipitaciones reducidas y periodos de sequía.

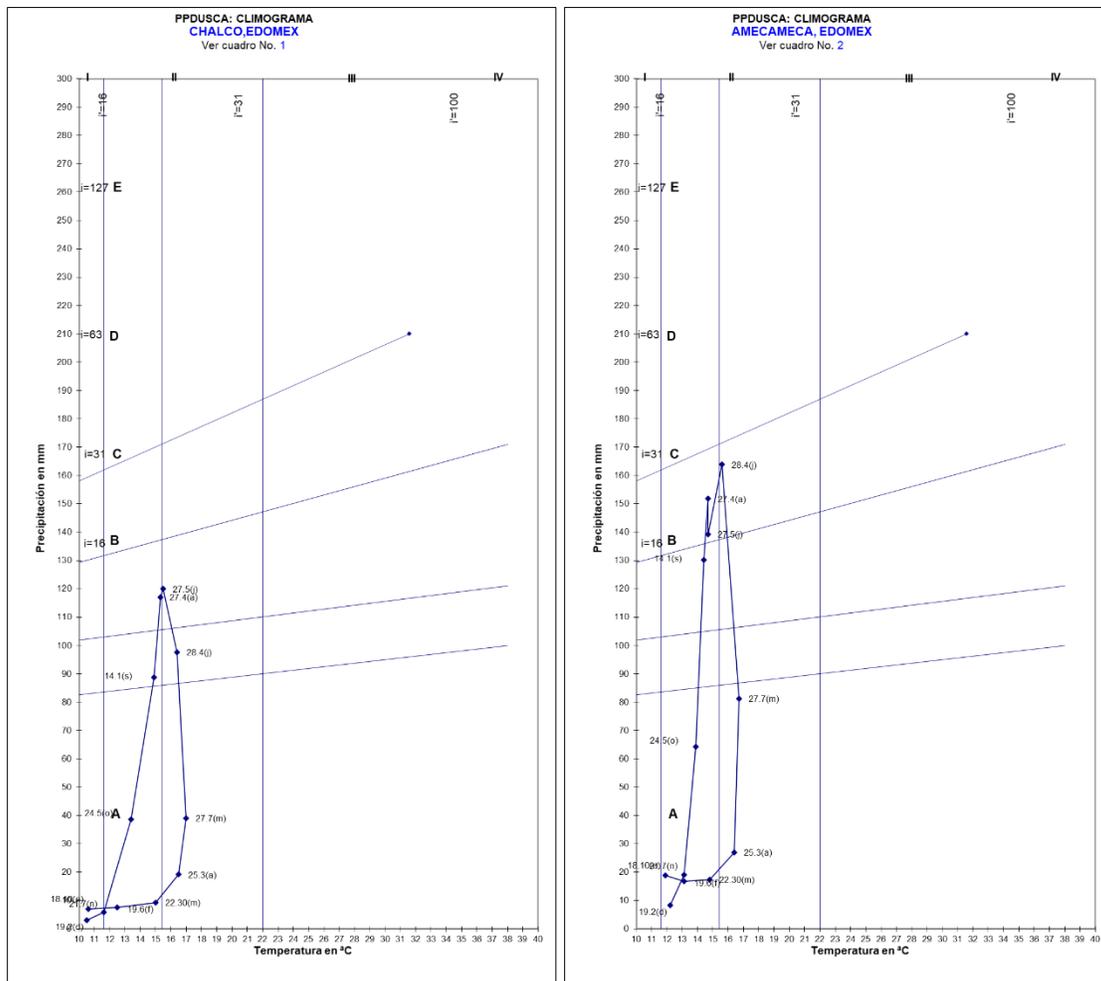
Por lo cual, González Villarreal et al. (2022) aluden que el aprovechamiento del agua de lluvia y escurrimientos se ve afectado por condiciones de cambio climático. En este sentido, sugieren que la captación de agua deber ser promovida como una fuente alterna para disminuir en ciertas temporadas las presiones sobre otras fuentes de abastecimiento y no vista como fuente factible a utilizar todo el año.

En “este escenario tendencial los efectos previsibles del cambio climático, cuyas principales consecuencias se observarán, precisamente, en el ciclo hidrológico” (Martínez-Austria, 2013) aunados a los efectos demográficos y de desarrollo urbano de la región provocan constantes modificaciones al medio físico natural y deterioro provocando cambios sustanciales en la dinámica hídrica de la subcuenca, de ahí la cada vez poca presencia de corrientes que se logren mantener todo el año y la abundante presencia de corrientes intermitentes en época de lluvias.

En lo relativo al balance hídrico a nivel regional se cuenta con diversos trabajos CONAGUA (2010 y 2012), *Servicio Meteorológico Nacional* (2020), Universidad Autónoma Metropolitana (2011), Carrera Hernández & Gaskin (2008) y (Birkle et al., 2002). Los realizado por CONAGUA son a nivel cuenca y muestra información muy generalizada (Tabla 2). En ella, se puede observar que del 100% del agua que llega en forma de lluvia el 74% se consume por evapotranspiración, el 11% se encuentra como escurrimientos superficiales y solo el 15% llega a infiltrarse al acuífero, mientras que la extracción supera hasta el doble a la infiltración.

AUTOR	Precipitación. [m ³ /s]	Evaporación. [m ³ /s]	Escurrimientos. [m ³ /s]	Infiltración. [m ³ /s]	Extracción. [m ³ /s]
CONAGUA 2010	214.7	159.4	23.7	31.6	59.5
CONAGUA 2012	211.76	158.06	25.37	28.33	60.37

Tabla 2. Balance hídrico para la Cuenca de México. Fuente: Tomada de Morales Pérez (2018).



SIMBOLOGIA de los índices i e i'		
HUMEDAD		
Valor de índice i	Rango de humedad	Símbolo
Mayor de 127	MUY HUMEDO	E
De 63 a 126	HUMEDO	D
De 31 a 62	SEMI SECO	C
De 16 a 30	SECO	B
De 1 a 15	MUY SECO	A
TEMPERATURA		
Valor de índice i'	Rango de temperatura	Símbolo
127 o mayor	CALIDO	V
De 100 a 126	SEMICALIDO	IV
De 31 a 99	TEMPLADO	III
De 16 a 30	SEMIFRIO	II
De 1 a 15	FRIO	I

Figura 8. Climatograma período 1981-2010. Se observa del lado derecho información climatológica de Chalco (cuenca baja) y lado izquierdo de Amecameca (cuenca media). Las líneas azules en paralelo representan el rango de temperatura y las letras el rango de humedad. Fuente: Elaboración propia con normales climatológicas de la estación meteorológica 15020 Chalco -San Lucas y 15103 San Pedro Nexapa del SMN-CONAGUA.

Por su parte, en los datos del *Servicio Meteorológico Nacional (2020)*, se identificó para la región Chalco-Amecameca una precipitación anual de 552.9 mm (88.1 mm menos que los datos de balance hídrico reportados por el área de la CONAGUA) y un potencial anual de evaporación de 1825.5 mm, resultado un balance negativo de -1272.6 mm anuales (*Servicio Meteorológico Nacional, 2020*). De modo que existe un desbalance considerable en el ciclo hídrico de la región según sus datos presentados. Desgraciadamente la información presentada por estas instituciones se trabaja a partir de datos generalmente incompletos.

Mientras tanto, la subcuenca Río La compañía de la región Chalco-Amecameca cuenta con un estudio de balance hídrico realizado por la Universidad Autónoma Metropolitana (2011). Sus números a lo igual que a nivel regional tienen la misma tendencia, un índice de evapotranspiración del 74.8%, escurrimientos superficiales del 10.4% y una infiltración natural del 14.8%, que considerando el agua reportada por inyección de pozo alcanza el 16.2% (Tabla 3).

Tabla 3. Balance hídrico de la subcuenca Río de La compañía, región Chalco-Amecameca. Realizado con información tomada de la Universidad Autónoma Metropolitana (2011).

AUTOR	Precipitación [m³/s]	Evaporación [m³/s]	Escurrimiento [m³/s]	Infiltración [m³/s]	Inyección por pozo [m³/s]	Extracción [m³/s]	Recarga lateral [m³/s]
Burns (2011)	29	21.7	3	4.3	0.40	5.60	1

Otro estudio muy interesante es el realizado por Carrera Hernández & Gaskin (2008) donde muestran un análisis espacio temporal de la recarga del acuífero de la Cuenca de México para el periodo 1975-1986, a partir del uso y procesamiento de imágenes satelitales y una metodología que incluye las variables de suelo y vegetación, elementos importantes en los procesos de evapotranspiración y recarga del acuífero. Mediante la aplicación de su modelo se demostró “que las montañas que encierran la Cuenca de México son las principales áreas de recarga del sistema acuífero regional de la Cuenca” (Carrera Hernández & Gaskin, 2008), aun cuando se haya disminuido la recarga en la llanura aluvial por la presencia de asentamientos urbanos.

Además, se menciona que la distribución espacial de la posible recarga del acuífero en la cuenca no es uniforme, ya que las mayores tasas se encuentran al sur de está

en las Sierras de Chichinautzin y Nevada, donde la presencia de lluvia es mayor y la infiltración está influenciada por la topografía, debido a los valores medianos en pendiente y tipos de suelo, los cuales tienen altos valores de permeabilidad. Cabe resaltar, que estas dos zonas son las correspondientes a las estructuras montañosas que naturalmente alimentaban al antiguo lago de Chalco, tal como señala Arellano Aguilar (2017).

Tabla 4. Balance hidrogeológico de las subregiones Chalco-Amecameca. Fuente: Tomada y modificada de Birkle et al. (2002).

SUBREGIONES		Superficie [km ²]	Precipitación (+)		Evaporación (-)		Recarga (-)	
			[mm/año]	[m ³ /s]	[mm/año]	[m ³ /s]	[mm/año]	[m ³ /s]
N-E SIERRA NEVADA	MONTAÑAS	314.50	800	7.98	561.95	5.61	238.05	2.37
	ESTRIBACION	52.00	650	1.02	527.67	0.83	122.33	0.19
PARTE CENTRAL	PLANICIE DE CHALCO	1160.3	600	22.08	475.9	17.51	124.22	4.57
SIERRA CHICHINAUTZIN	MONTAÑAS	765.63	890	21.65	575.93	14.01	314.07	7.64
	FLANCO S-W	14.38	1450	0.66	626.39	0.29	823.61	0.37
SIERRA SANTA CATARINA	VOLCÁNICOS CUATERNARIOS	135.63	650	2.80	510.18	2.20	139.82	0.60

Un último estudio identificado, es el de Birkle et al. (2002), que presenta cálculos de la cantidad de precipitación, evapotranspiración e infiltración de las principales áreas de recarga, que por su contexto geológico e hidrogeológico se caracterizan como de gran importancia dentro de la cuenca. La tabla 4 muestra que las subregiones circundantes al lago de Chalco tienen resultados positivos, confirmado la importancia hidrogeológica que tiene la subcuenca Río de la Compañía para la Ciudad de México. Sin embargo, al no contabilizar la extracción se simula la condición de un estado estacionario (escenario sin desarrollo urbano).

Como resumen, los estudios anteriores señalan que la extracción de agua en la región Chalco-Amecameca llega a superar hasta al doble a la infiltración. De modo que se hace evidente la dependencia al almacenamiento de los reservorios de agua subterránea en la región y al proceso de la infiltración como la clave para trabajar en acciones que mantengan y propicien la recarga y almacenamiento de las fuentes subterráneas.

Lo visto deja en evidencia que el proceso hidrológico de la infiltración se está viendo reducido y la principal causa es el cambio de uso de suelo en la región (figura 9) que provoca que haya menos áreas de recarga, además de que el almacenamiento es constantemente interrumpido por la extracción. Por su parte, la escorrentía está siendo utilizada por la industria y municipios como colector y desagüe, lo cual genera la contaminación de fuentes superficiales.

Como tal, con “la contaminación de los cuerpos de agua reduce la disponibilidad de agua superficial de buena calidad, ocasionando una explotación mayor de los mantos acuíferos, y la importación de fuentes de agua cada vez más lejanas a los centros de desarrollo urbano industrial, con el consecuente incremento en los costos de suministro y el déficit constante en la dotación a los sectores más pobres de la población” (Ávila et al., 2018).

En su caso, la precipitación es vista como un problema por los constantes cambios en la dinámica atmosférica que actualmente desarrollan lluvias atípicas y torrenciales (IPCC, 2018), desarrollando en las ciudades una vulnerabilidad a fenómenos hidrometeorológicos, lo cual las hace propensas a escenarios críticos porque solo se conciben como riegos.

De continuar con esta perspectiva de gestión de agua donde se ven a los procesos de precipitación y escorrentía como contribuciones negativas de la naturaleza se limita la apertura para considerar su aprovechamiento y su integración como un subsistema de suministro de agua alternativo que bien serían menos costoso, como lo es traer agua de otras cuencas, así como desasearse de ellas para conducir las a otras cuencas.

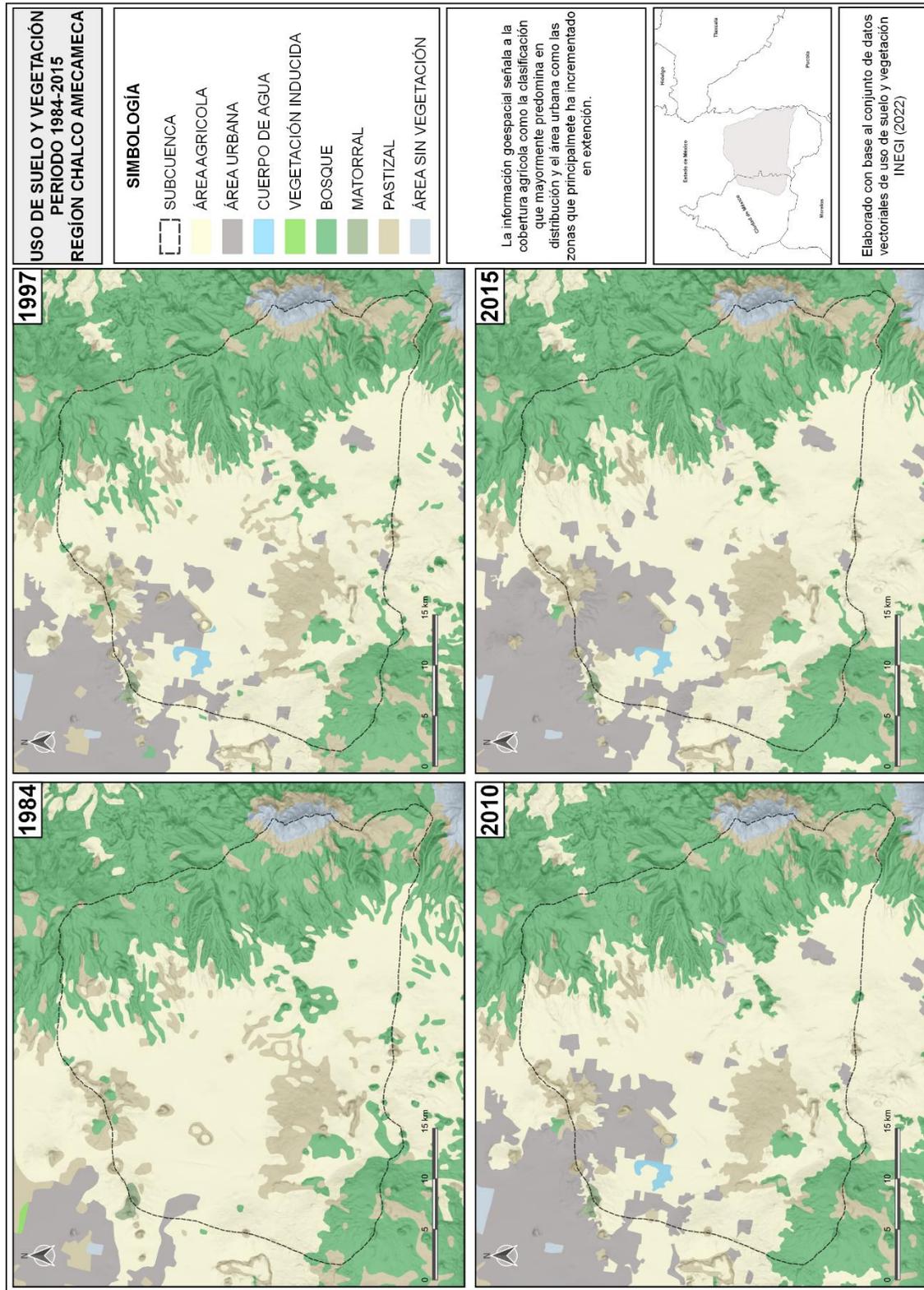


Figura 9. Uso de suelo y vegetación de la región Chalco-Amecameca. Fuente: Elaboración propia.

Un claro ejemplo de lo anterior es el creciente aumento en la extensión del área lacustre que se ha observado en el municipio de Valle de Chalco Solidaridad en las últimas décadas, debido al efecto del *cono de abatimiento*²⁴ que se desarrolla con la presencia de un elevado número de pozos como se hace en el ramal Mixquic Santa Catarina. En vista de ello, las condiciones favorecieron la reaparición del nuevo Lago de Chalco²⁵, relacionada al proceso de subsidencia.

En cuanto a los problemas desencadenados por la sobre-extracción de agua subterránea se tiene la presencia de fracturas, fallas, fisuras, vados o socavones; que por lo general son las principales causas que dañan el sistema de redes de abastecimiento y alcantarillado, lo que incrementa aún más los costos económicos de operación y mantenimiento de este sistema tradicional.

A manera de resumen, la Región Hidrológica Administrativa (RHA) número XIII Aguas del Valle de México, gerencia encargada del manejo de los recursos hídricos no ha tenido la capacidad de atender los problemas de agua de la subcuenca 2666 Río de La Compañía y el acuífero 1506 Chalco–Amecameca los cuales **se encuentran en condiciones de sobreexplotación y contaminación.**

2.2 Política urbana y desarrollo de la región

La política de cualquier región se formula con relación al plan de desarrollo de su Estado, que por lo general se constituye bajo bases económicas (Lefebvre, 1974). Condición que suministra elementos que favorecen la transformación de la estructura espacial y condiciona las relaciones sociales urbanas como veremos más adelante.

Si bien, el orden económico desarrollado en la región Chalco-Amecameca ha generado degradación ecológica y modificaciones a la función de soporte que cumple la naturaleza. Hay que dejar claro, que es a través de las políticas

²⁴ Depresión o abatimiento que se genera en un radio de influencia de un pozo cuando se empieza a bombear agua en condiciones de sobre extracción.

²⁵ Para Ortega Guerrero et al. (2016) el nuevo Lago de Chalco tiene un crecimiento en profundidad y extensión de aproximadamente 45 cm anuales, mientras que para la Universidad Autónoma Metropolitana (2011) las zonas con mayor tasa de hundimiento son de 35 cm anuales.

municipales de la región donde se contemplan los proyectos con enfoques de desarrollo que legitiman el crecimiento económico y poco hacen por la naturaleza.

La planificación territorial, implica grandes contradicciones y problemas porque por un lado busca atender a todo el territorio, llegando a un recurrente análisis generalizado y, por el otro, si se prefiere detallar se corre el riesgo de no considerar factores externos que influyen en lo local.

En cuanto a los municipios estos elaboran sus planes de desarrollo urbano bajo esquemas centralistas que ignoran lo que pasa en sus límites conurbados lo cual detona complejidades ambientales. Ejemplo de ello, es el no contemplar la disponibilidad de agua desde “una perspectiva integral sustentada bajo un enfoque de cuenca” (Andrade Pérez, 2004).

También, es claro que los municipios de la región requieren cada vez de mayores cantidades de agua para su desarrollo y en la medida que va expandiéndose aumenta la demanda y reclamos para un servicio digno por parte de su población y sectores productivos. Sin embargo, en el proceso se detona un deterioro ecológico en el medio que frecuentemente no es normado por el Estado.

Para el caso de la subcuenca Río de La Compañía y Cuenca de México esta relación en los últimos 500 años señala Legorreta (2006), ha mantenido un paradigma hidráulico. Sin embargo, antes de la llegada de los españoles esta concepción era parte de un pensamiento de relación con la naturaleza donde la idea de “ubicarse cerca de las fuentes de agua era parte un criterio de permanencia y tranquilidad” (Lacombe et al., 1992) cuya finalidad tenía la subsistencia sustentable ya que se daba especial importancia al cuidado, reparto equitativo y conservación de los recursos.

En cambio, tiempo después esta perspectiva evolucionó por condiciones de desarrollo sobre la cual la distribución y aprovechamiento del agua tenía la finalidad de satisfacer los procesos de producción y la de brindar comodidad de vida a la Ciudad de México. Así que a partir del pensamiento de progreso y modernidad se

comenzaron a definir las incipientes políticas de desarrollo urbano sujetas a un modelo capitalista y que se explican en la figura 10.

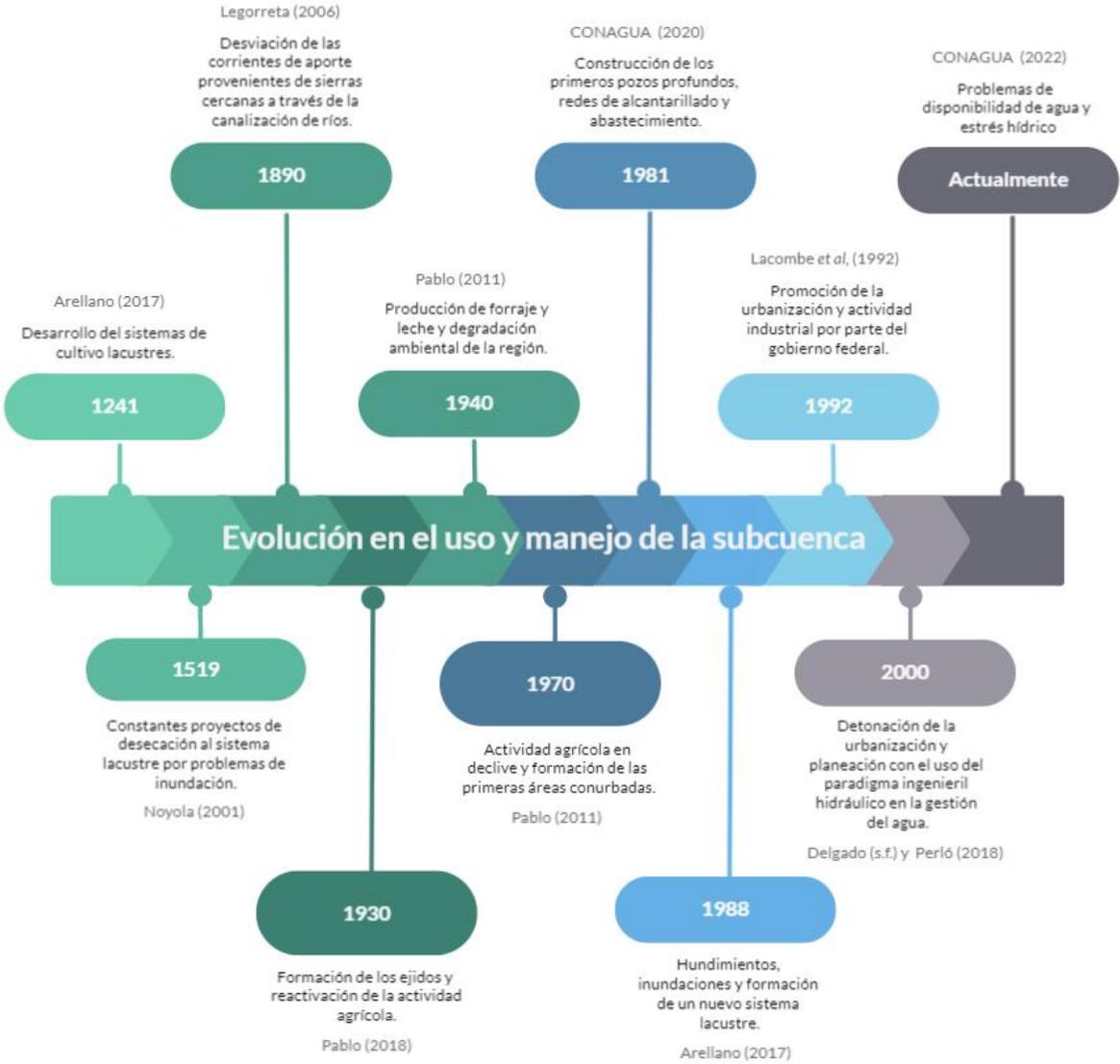


Figura 10. Línea del Tiempo. Evolución en el uso y manejo de la subcuenca Chalco-Amecameca. Fuente: Elaboración propia a partir de información bibliográfica.

Durante la época prehispánica la región Chalco se convirtió en una provincia muy productiva debido a las técnicas de cultivo utilizadas tal cual como menciona Arellano Aguilar (2017). Además, era considerada una zona primordial en conectividad para el transporte de mercancías hacia la antigua Ciudad de Tenochtitlán. Posteriormente, investigaciones de Legorreta (2006) y Noyola (2001) relatan que con el establecimiento y llegada de los españoles la región sufrió

constantes modificaciones para contener las frecuentes inundaciones que en principio eran consideradas como un evento común por los habitantes originarios y parte de un entorno lacustre.

A medida que transcurría el tiempo los proyectos para el desagüe de las zonas de inundación mediante la construcción de canales fueron las principales obras hidráulicas desarrolladas para desembocar las aguas residuales y pluviales de la ciudad. Entre estas obras destaca Legorreta (2006) la construcción del Canal de la Viga y el Gran Canal de Desagüe.

Ya para la época de la colonia y en la proporción que aumentaba la población se comenzaron y consolidaron los intentos para desecar lo que aún quedaba del antiguo lecho lacustre (conocido como el antiguo Lago de Chalco) y que persistía para la época; esto debido a su relación a las constantes inundaciones que supuestamente provocaba pero que como hemos venido mencionando eran parte de la naturaleza hidrológica de la región. A su vez, la desecación también debió a la necesidad de utilizar el sitio para prácticas agrícolas y ganaderas que permitirían abastecer de alimentos a la Ciudad de México.

La desecación de la zona lacustre se realizó mediante la canalización y desviación de las corrientes de aporte superficiales de los Río Amecameca y de La Compañía, con la intención de conducir sus aguas hacia el lago de Texcoco y al Canal General de Desagüe. Lo que orillo a la desaparición del sistema lacustre y dejó prácticamente libre la zona para la expansión de la actividad agrícola. Como tal, durante la época porfiriana las prácticas para el desarrollo de la región propiciaron un cambio drástico y de deterioro ecológico.

Posteriormente, los movimientos revolucionarios de la época permitieron a los pueblos ribereños despojados de su modo de vida lacustre, recuperar las tierras del lecho y se conformara un sistema de tierras parcelada conocidos como ejidos. Al ser la región de una antigua tradición agrícola las políticas de desarrollo cardenistas promovieron la producción lechera en la región. Por lo que a partir de la década de los 40's se registró un notable incremento en la producción de forraje y leche" (Pablo Nicolas, 2011).

Durante un gran tiempo la región se volvió económicamente estable. Sin embargo, ya en los años setenta por los daños ocasionados al medio físico natural de la parte baja de la cuenca ya no era factible seguir manteniendo las actividades primarias de producción, situación que dio lugar al cambio de uso de suelo con la conformación de asentamientos de carácter predominantemente urbano de tipo irregular. Por su parte el crecimiento contemporáneo de la Ciudad de México atrajo más habitantes que buscaban vivienda en un suelo de bajo costo, por lo que se creó un cinturón urbano a las periferias del lago, entre ellas la zona de Tláhuac y de Chalco donde las obras hidráulicas pasaron de la desecación, canalización y entubamiento de los ríos y corrientes de aporte, al desarrollo y construcción de redes de alcantarillado y abastecimiento.

Un acontecimiento importante en la zona fue el programa de acción inmediata posterior al sismo de 1985 que reubicó la extracción de agua por pozo que comúnmente se realizaba en el centro de la Ciudad de México a la región de Chalco, con la intención de que dicha extracción dejará de modificar las características geológicas del subsuelo y la extensión de la denominada subsidencia. Esta condición promovió la explotación, dependencia y uso de agua subterránea a través de la construcción de pozos en muchos de los municipios de la subcuenca.

Llegados a este punto, la agricultura, principal actividad económica comenzó a disminuir severamente en la zona. Pablo Nicolas (2011) menciona que la estructura económica de la zona se transformó relativamente, dando paso a una configuración que se ajustó a las necesidades urbanas, de crecimiento poblacional y expansión de la ciudad de México. Lacombe et al. (1992) señala que para los primeros años de la década de los 90's la creación del municipio de Valle de Chalco Solidaridad, promovida por el gobierno federal detonó la urbanización, desplazando las actividades agrícolas-ganaderas por actividad industrial y producción de vivienda, impulsando de esta manera el desarrollo exponencial de la región.

En los siguientes años la construcción de pozos aceleró el fenómeno de subsidencia en consecuencia del sobre bombeo al acuífero de la región, derivando la reaparición

de las inundaciones y la formación de un nuevo cuerpo lacustre conocido como el Nuevo Lago de Chalco tal como relata Arellano Aguilar (2017).

En definitiva, “la dinámica del desarrollo urbano regional fue adquiriendo cierto comportamiento como resultado de los cambios en el patrón económico” (Moreno Pérez, 2008). En este contexto, las políticas de desarrollo produjeron los procesos de reestructuración del territorio y con ello los problemas de escases de agua en la región. Aun así, en últimas décadas se ha observado un notorio aumento en la irregularidad de los asentamientos urbanos. Lo que convierte al cambio de uso de suelo en la práctica a regularizar y combatir por la elevada mercantilización de la tierra que se da en la región. A medida a que se va capitalizando el valor del suelo, se crea un aumento poblacional y demanda de recursos que limitan al medio natural a proveer la existencia de recursos vitales para las necesidades humanas a futuro, tal es el caso del agua. Por lo cual, es necesario comenzar a desarrollar garantías sociales proteccionista que contemplen rigidez en el nivel normativo.

Anteriormente observamos que el predominante uso de suelo en la región es la agricultura, lo que lo hace un elemento fundamental a normar y que al no estarlo ha sido aprovechado por los desarrolladores inmobiliario por la manera en cómo se encuentran reglamentadas las leyes agrarias y de desarrollo urbano. Es así como el sistema ejidatario también es el promotor de los asentamientos irregulares de los municipios. Ocasionando que la región afronte los costosos problemas de la irresponsabilidad de los gobernantes y ciudadanos por la falta de planeación.

Aun con los problemas los municipios siguen fomentando la irregularidad en la tenencia de la tierra, creando las condiciones para aumentar la plusvalía del suelo. Lo que hace que la irregularidad se desarrolle con naturalidad. En síntesis, se necesita que los gobiernos municipales de la región consideren los límites de su medio físico natural y sean concurrentes con los recursos con los que disponen.

La imitación de los municipios de la región oriente seducidos por el crecimiento de la Ciudad de México hacen que repliquen la forma de hacer política urbana. Debido a que “la planificación territorial solo se basa en la administración del espacio” (Davis, 2006), para determinar los nuevos tipos de uso de suelo que tendrá el

territorio y así crear nuevo equipamiento para servicios o en promover el establecimiento de industrias para la generación de empleo. Todo “bajo un dinamismo económico orientado ejercer una fuerte presión social en demanda de infraestructura, servicios, empleo y vivienda, que nos lleva a una macrocefalia urbana” (Moreno Pérez, 2008).

A largo plazo este tipo de crecimiento no hacen más que incrementar los patrones de consumo en la población y requerir de más agua para mantener la dinámica de la ciudad, una tendencia que lo hace un modelo insostenible. Dado que el desarrollo solo concentra zonas de alta densidad de población. Por ello, la necesidad de atender la escasez de agua para dar un servicio de acceso digno a los habitantes.

Dicho de otra manera, la reproducción de los esquemas económicos va acompañada del engañoso discurso de progreso y modernidad, un método eficaz que promete a la población bienestar y prosperidad. Cuando en realidad solo modifican la cultura de la sociedad, estandarizando el desarrollo hacia una sola forma, lo que hace que en la actualidad se sigan manteniendo la práctica de gobernabilidad entre la población.

Lo anterior hace referir el trabajo e importancia de las instituciones que atienden lo establecido en materia ambiental que coadyuvadas desarrollo urbano su propósito se debe en concentrar en vigilar que el crecimiento de las municipios o ciudades sean en condiciones de equilibrio ecológico. Promoviendo la protección, preservación y restauración ambiental en los desarrollos territoriales y asentamientos humanos. Sin embargo, no son tomadas en cuenta para una planeación integral ya que solo son requeridas cuando existe un problema ambiental.

Ante ello el papel de la gobernanza con enforque de cuenca es fundamental ya que mediante las estructuras internas dan respaldo y aseguran la participación de todos los actores involucrados. Sin embargo, si las leyes se siguen formulando dentro de los órganos jurídicos con esquemas de intereses económicos, se seguirán creando mayores condiciones de desigualdad social.

2.3 Representación socioeconómica

Las crecientes exigencias para mantener los procesos desarrollo económico y la alta demanda de agua por parte de la sociedad, ha hecho que el agua subterránea sea constituida como la única fuente rápida, viable y segura para el abastecimiento, de la cual se ha excedido en términos de cantidad, lo que la hace un “detonador de conflictos y problemas socioambientales” (Torres Bernardino, 2019). De ahí que los reservorios subterráneos de la región Chalco–Amecameca se encuentren vulnerables al deterioro y que actualmente comienzan a perder su condición de balance.

En términos demográficos la cuenca Río de La Compañía alberga once municipios del Estado de México y dos Alcaldías de la Ciudad de México. Para el año 2020 la población aproximada en la región fue de 2,091,299 habitantes según datos consultados en el Censo de Población y Vivienda del (*Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), 2022*).

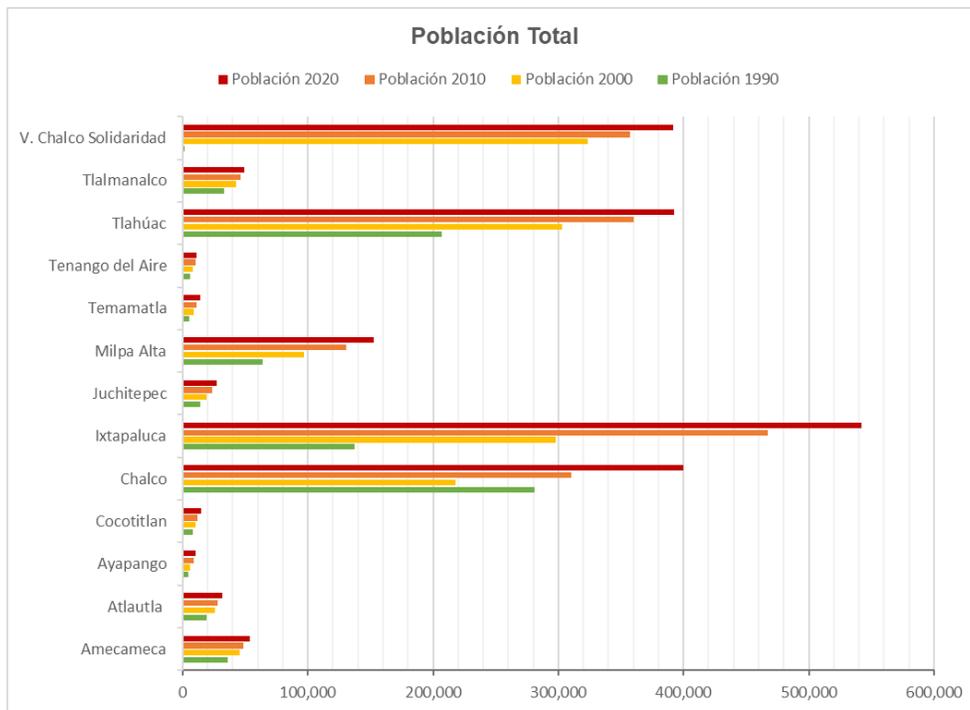


Figura 11. Comparativas poblacionales. Los municipios de Ixtapaluca, Chalco, Valle de Chalco Solidaridad y las alcaldías de Tlahúac y Milpa Alta son las de mayor crecimiento poblacional. Lo que puede estar relacionado a su cercanía con la Ciudad de México. Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos de Población y Vivienda de los años 1990, 2000, 2010 y 2020.

No obstante, este elevado número de habitantes es parte de una respuesta urbana del proceso de crecimiento que se dio en la Ciudad de México. En la figura 11 se puede observar que en la década de los 90 solo figuraban Tláhuac y Chalco como los centros urbanos con mayor población. Posteriormente para el año 2000 este drástico crecimiento se expandió a los municipios de Ixtapaluca y Valle de Chalco Solidaridad.

Como una particularidad son los municipios de cuenca baja los lugares donde se concentran una elevada cantidad de habitantes en comparación a los de cuenca media y alta. Sin embargo, los datos muestran un crecimiento considerable en localidades de cuenca alta como los son Amecameca y Tlalmanalco en comparación a las de cuenca media (Tenango del Aire, Cocotitlán o Ayapango).

Esta tendencia posiblemente se relacione a su proporción geográfica, aunque Pablo Nicolas (2018) también hace considerar que la cercanía a la carretera federal Chalco-Cuautla que conecta al Estado de Morelos y conexiones a la Ciudad de México y Estado de Puebla, hace a la región un lugar ideal para el desarrollo del mercado inmobiliaria; de ahí la venta sin control y nula regulación en el uso de suelo que se da en la zona y que promueve el desarrollo de cada vez mayores asentamientos irregulares.

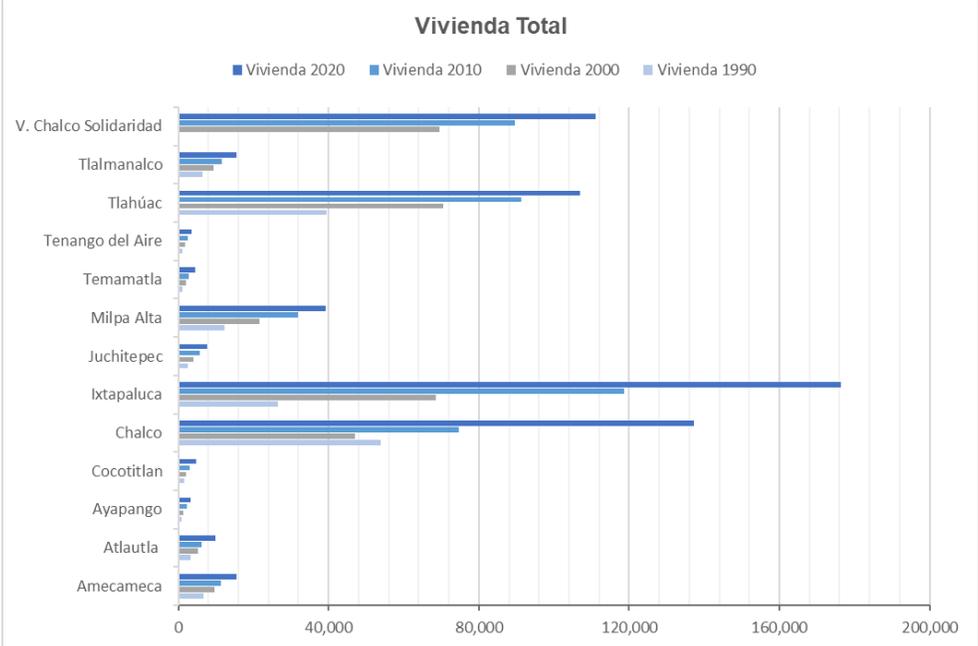


Figura 12. Comparativas en términos de vivienda. Siguen siendo los municipios de Ixtapaluca, Chalco, Valle de Chalco Solidaridad y las alcaldías de Tláhuac y Milpa Alta las que mayor vivienda incorporan a su territorio. Fuente: Elaboración propia con datos de los Censos de Población y Vivienda de los años 1990, 2000, 2010 y 2020.

Por otra parte, el mismo censo de Población y Vivienda INEGI (2020) reporte un total de 635,011 viviendas habitadas la cuales por lógica han requerido el servicio de abasto de agua. La tendencia de construcción de la vivienda es muy similar al de la población y también se da de la misma forma en los municipios de cuenca baja.

Los datos señalan una marcada tendencia positiva del crecimiento poblacional y de vivienda. No obstante, se debe señalar que durante el periodo del año 1990 al 2000 es la etapa del más elevado desarrollo urbano de la región y que dio pauta a los presentes problemas hídricos. Davis (2006) menciona que el proceso de ampliación de las zonas urbanas de alta marginación se acentuó a partir de la década de 1990 en toda Latinoamérica. Con lo cual se confirma que la región Chalco-Amecameca fue parte ese proceso.

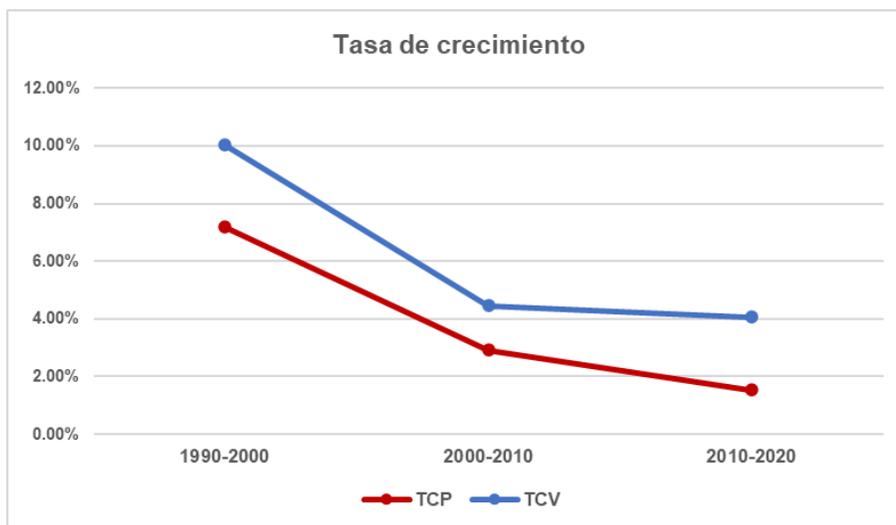


Figura 13. Tasas de crecimiento. TCP Tasa de Crecimiento Poblacional (línea en color roja) TCV Tasa de Crecimiento de la Vivienda (línea en color azul).

Con respecto a las tasas de crecimiento esta se vio disminuida casi a la mitad para la última década ya que en el periodo de 2000 a 2010 esta se redujo al 2.92% y actualmente en el periodo de 2010 a 2020 se encuentra en el 1.53%. Aun así, entre el año 2000 al 2020 la población aumento casi en las 300,000 personas. Un

claro decaimiento que responde a efectos económicos mundiales y aun claro descenso en la calidad de vida de las personas.

Si se compara lo anterior con datos de la vivienda también se marca una clara similitud, Sin embargo, la tasa de crecimiento de construcción se ha mantenido en un 4.06% con respecto a su periodo anterior que era del 4.46% lo que resulta coherente al gran mercado inmobiliario y de vivienda que se vive en la región.

Con respecto al número de actividades económicas en la región, esta asciende a 77,839 unidades. Siendo los municipios de Ixtapaluca, Chalco y Valle de Chalco Solidaridad los cuales en su mayoría concentran el mayor número de actividades, mucho por arriba que las alcaldías de Tláhuac y Milpa Alta de la Ciudad de México. Lo que también señala el claro desarrollo urbano que tiene la región oriente del Estado de México.

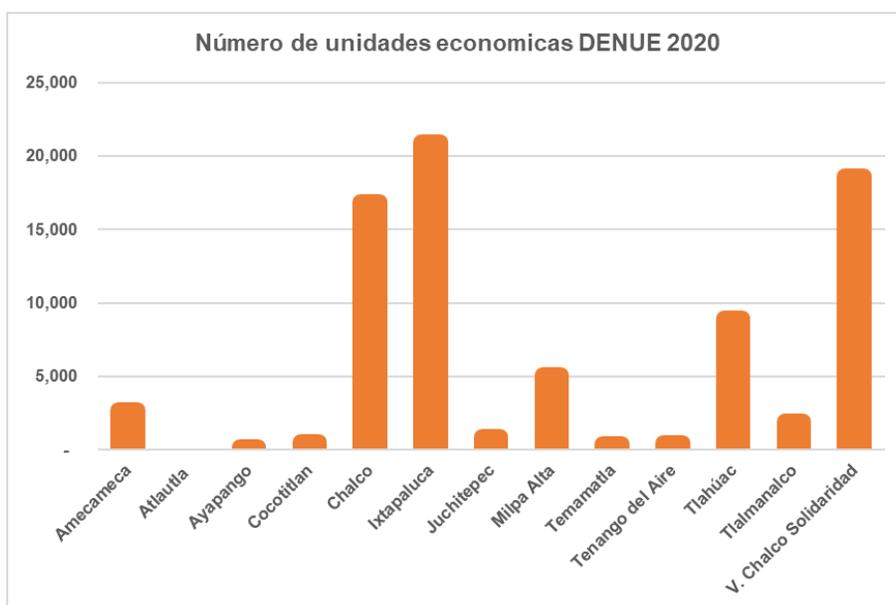


Figura 14. Unidades Económicas en la subcuenca Chalco-Amecameca. Siguen siendo los municipios de la cuenca baja quienes mayormente desarrollados se encuentran. Fuente: Elaboración propia con datos Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas DENUÉ (2020).

Este industrialización y desarrollo de localidades de cuenca baja provoca una dramática oleada de población de localidades rurales de la cuenca media y alta. Provocando un desplazamiento de las actividades primarias (agricultura y ganadería) que resulta en una movilización masiva de la población a las zonas urbanas. Lo cual, condiciona el abastecimiento del agua, debido a la competencia que se genera entre

la industrias, comercios y población. Por tanto, “puede sostenerse que la falta de una adecuada planeación del uso del suelo, una insuficiente y/o mala inversión pública, los altos índices de motorización, las asimetrías económicas de la población, entre otras cuestiones, han generado y aún generan una urbanización desorganizada, compleja, insustentable y ciertamente desigual” (Delgado Ramos, 2015).

2.4 Procesos sociales

La sociedad es producto de un proceso cultural que se desarrolla “bajo principios espaciales” (Harvey, 1975) y se va modificando a medida que evolucionan sus territorios. Simultáneamente en ellos se genera una lucha por la igualdad, por aquellos sectores que son excluidos y desplazados ante el crecimiento de la ciudad. Ante ello, las zonas conurbadas se han convertido en esos lugares donde la distribución desigual e inequitativa del recurso hídrico demuestra las condiciones de desigualdad hídrica por parte de la ciudad.

Esta notoria fragmentación genera una división social que conlleva entender de manera sistémica, las repercusiones de la gestión del agua en los municipios y “a dejar de visualizar el agua sólo como un sector y entenderlo como una dimensión que permea en diversos sectores; cuyo uso afecta a muchas poblaciones, alejadas entre sí” (Cotler Ávalos, 2020).

Sin embargo, a medida que crecen las poblaciones tienden a desarrollar una pérdida en la memoria colectiva de sus comunidades y el desprendimiento en el interés de los problemas de sus territorios. En el caso de la región Chalco-Amecameca la adopción de los pensamientos estandarizados del desarrollo y modernidad impiden comprender los problemas de escasez de agua que se desarrollan en la subcuenca. En este sentido, la debilidad en la cohesión social ocasiona tendencias difusas de la percepción de la realidad, causando la transformación de la cosmovisión de las comunidades originarias, así como un olvido del sentimiento de pertenencia con la naturaleza para convertirlo en un simplismo progresista.

Por otro lado, se ha notado que las relaciones económicas, políticas, culturales y con la naturaleza que se desarrollan son cada vez más complejas dentro de los sistemas urbanos, lo cual convierte al “fenómeno del urbanismo un aspecto fundamental en lo relativo a la naturaleza y a las relaciones entre los procesos sociales y las formas espaciales” (Harvey, 1975). En este sentido, el crecimiento y demanda de la ciudad se debe percibir como la principal forma de impulso de deterioro de las cuencas, por ello la necesidad de regular las prácticas territoriales del desarrollo urbano.

A medida que se va dando poder a las instituciones se va deprendiendo la facultad de participación de la población. Por tal razón, son las estructurales jurídicas y legislativas quienes generan muchos de los conflictos sociales, aunque no las únicas. Es importante recalcar que la ley está orientada a la aplicación de generalidades que no toman en cuenta la diversidad de localidades y las muy distintas condiciones físicas-naturales que son específicas para cada cuenca.

Aunque la ley se aplica de la misma forma en todo el territorio nacional los contextos hídricos son muy diversos, aunque comparten problemáticas comunes. Un claro ejemplo para entenderlo es la escasez hídrica en Monterrey, municipio que tiene un potencial económico elevado para construir suficiente infraestructura hidráulica “a comparación de zonas rurales de México que cuentan con bajos ingresos para hacerlo” (Alvarado et al., 2022).

Sin embargo, las condiciones climáticas e hidrológicas naturales no favorecen al norte del país. Como dato “reportes revelados por Conagua, durante los últimos cinco años, la metrópoli regia tuvo precipitaciones de lluvia por debajo de la media nacional y las más bajas” (Osorno, 2022), lo que representa condiciones de sequía. Haciendo que la escasez agua no sea por un problema por falta de infraestructura.

Por otro lado, la misma escasez de agua la viven municipios al sur país, en donde las condiciones hidrológicas si son óptimas, pero lamentablemente no cuenta con el potencial económico para efectuar el acceso al líquido a través de la construcción de redes de abastecimiento, lo que representa una barrera al acceso. En el caso

“del sureste de México, particularmente en Chiapas, el 56% de las personas no cuenta con servicios básicos de agua” (Alvarado et al., 2022).

En los dos casos se muestra una insuficiente capacidad de respuesta al problema y se justifica lo abordado en el Capítulo 1, sobre el nulo entendimiento de las distintas realidades en la escasez de agua tanto para la sociedad y gobierno. Donde “la gestión del agua sigue siendo un desafío importante” (Alvarado et al., 2022) y tema de análisis para mejorar las condiciones de abasto.

Es así como “el agua es un común denominador que permea en todas las dimensiones (productivas, ambientales, urbanas/rurales) donde, la interrelación de los asuntos hídricos entre tantos sectores distintos obliga a asumir un enfoque territorial, como es la cuenca hidrográfica” (Cotler Ávalos, 2020).

Llevando la analogía anterior a nuestra zona de estudio podemos decir que el problema de la escasez de agua en la cuenca alta es similar que en la cuenca baja; pero no con los mismos elementos de detonación. Eso quiere decir que abordar el problema con una solución general no podría ser aplicable, ya que la cantidad de interacciones que surgen para cada lugar son aspectos de un proceso complejo donde la transformación espacial y temporal que hace que existan relaciones dinámicas que cambian, persistan o tengan un dominio sobre las otras. De ahí que, Lefebvre (1974) mencione que “es el espacio donde se producen la reproducción de relaciones”, siendo a través del entorno como las sociedades aprenden y se desarrollan.

En este contexto, es primordial conservar la memoria colectiva de las pocas comunidades resistentes al cambio, con el fin de “liberar el espacio y el tiempo de sus materializaciones actuales y construir una especie de sociedades diferentes” (Harvey, 1975); que conserven su arraigo e identidad. Por eso, Cotler Ávalos (2020) señala que la población se identifica mejor con territorios pequeños, conocidos, cercanos a su cotidianidad, donde puedan establecer relaciones de confianza con sus representantes.

En las áreas aun no urbanizadas, la gestión colectiva del espacio representa un sentido social que responde a atender las necesidades y a solucionar los problemas en comunidad y no a los intereses de la ciudad. Donde un aparato político decide su desarrollo. Por eso “las ciudades parecen incapaces de concebir su propio bienestar en el contexto de una unidad política superior que exprese sus intereses globalmente” (Lefebvre, 1974), condenándolas a una evolución sin autonomía.

Ignorar los mecanismos sociales en las decisiones políticas es una constante práctica que se ha vuelto una costumbre por parte de los gobernantes. Por eso, “para limitar el deterioro en el contexto del manejo de la cuenca se requiere, por un lado, crear las condiciones de gobernanza para discutir el desarrollo de distintas alternativas de uso del territorio, a partir de una coordinación interinstitucional y con participación activa e informada de la población” (Cotler Ávalos, 2020).

En la actualidad, el cambio gradual del medio físico natural lleva directamente a una transformación de todas las condiciones de la dinámica hidrológica, que no es capaz de retrotraer a un estado anterior, porque solo evoluciona bajo escenarios de equilibrio que manifestaran siempre distintas condiciones en cada periodo de cambio. Contribuciones que pueden ser positivas y/o negativas según se perciba o aproveche la sociedad (Díaz et al., 2018).

La independencia de la sociedad y su separación de la naturaleza las aleja tanto, que olvidan su vínculo de pertenencia con ella, siendo cada vez menor la influencia sobre esta y mayor los efectos imprevistos y fuerzas incontroladas al querer dominarla. “La ciudad de México representa uno de los ejemplos más dramáticos de la lucha del hombre por dominar la naturaleza, al grado de transformarla de manera profunda, sin tener claridad sobre los efectos de esas transformaciones” (Montes de Oca Malvárez, 2011)

CAPÍTULO III. DESAFÍOS EN EL MANEJO DEL AGUA EN LA REGIÓN CHALCO - AMECAMECA

“La ciudad contemporánea, que funciona a través de infraestructuras subterráneas, ha olvidado integrar en su imagen al elemento más importante para garantizar su supervivencia: el agua. Mientras que hay urbes enteras que se diseñaron a través de los siglos en función del manejo del agua, el día de hoy nos conformamos con abrir una llave y verla correr sin enterarnos de los mecanismos que se necesitan para que esto suceda”.

(Castro Reguera, 2022)

Exposición Ciudades de Agua, Taller Capital. Museo Franz Mayer.

Con el análisis desarrollado en los Capítulos uno y dos se puede decir que las áreas urbanas producen un conjunto de fenómenos que están alterando profundamente la relación entre los seres humanos y el medio ambiente, al tiempo que afecta de manera compleja y a un ritmo alarmante los sistemas hidrológicos de las cuencas.

Como tal, los regímenes hídricos urbanos en las zonas urbanas son dinámicamente inestables. Romero-Lankao & Gnatz (2016) señala que esto se debe a que están constantemente sujetos a un conjunto de impulsos con presiones internas (locales) y externas (regionales), con implicaciones sociales y ambientales que pueden conducir a su desestabilización y transformación del territorio.

Gran parte de las causas que desarrollan la escasez de agua en la región Chalco-Amecameca, se debe a la consecuente descoordinación y alejamiento entre gobierno, instituciones y sociedad, lo cual, se evidencia en las condiciones de manejo y gestión que ejercen los organismos municipales de agua. En relación a ello, Beltrán Reyna (2019) alude a que la información respecto al tema del agua se ha convertido en un insumo básico para explicar el cómo y por qué se han manifestado una serie de problemas en la administración de estos organismos.

3.1 Análisis de las acciones estructurales de los organismos operadores de agua

Por lo anterior, “estas organizaciones son el primer sector donde se genera y administra la información sobre el agua, y, por lo tanto, son fuentes de insumos informativos” (Beltrán Reyna, 2019), pero de las cuales poco se sabe. Sin lugar a duda, conocer su trabajo permitiría explicar el panorama local del manejo del agua para así comprender los retos que no facilitan su operación eficiente y de esta forma abordar el problema con propuestas concretas.

Los resultados presentados a continuación demuestran la realidad de las acciones operacionales en materia hídrica que ejercen los organismos de agua municipales de la región Chalco–Amecameca. Los cuales, desempeñan responsabilidades que superan su capacidad de atención. “Un problema grave, que se presenta de manera

cotidiana en los organismos públicos” (Hernández Cruz, 2011), en el que no se han generado cambios sustanciales para erradicarlo.

3.2 Metodología

El método de investigación aplicado tuvo como principal fuente de información los resultados de los cuestionarios dirigidos a los organismos operadores de los municipios pertenecientes a la región Chalco-Amecameca; con los que se pudo conocer sus condiciones de manejo agua actual; para posteriormente generar un panorama más consistente, congruente, y permitiente en cuanto a recuperación hídrica en la región se refiere.

Se diseñó una herramienta de acercamiento/cuestionario semiestructurado para los organismos operadores que consta de 6 secciones y 74 reactivos, que tuvo como objetivo particular ahondar en temas operativos y administrativos. La herramienta fue socializada y revisada en diversas ocasiones para afinarla y montarla en una plataforma virtual (ver anexo 1). Esta plataforma estuvo disponible de marzo a agosto de 2022. Fue acompañada con un oficio de invitación dirigido a cada organismo operador (ver anexo 2).

Los criterios principales para la indagación de la información fueron los siguientes:

- 1. Datos generales del organismo operador de agua;**
- 2. Servicio de abastecimiento y potabilización del agua;**
- 3. Servicio de alcantarillado;**
- 4. Saneamiento y tratamiento de agua;**
- 5. Gastos y costos de operación; y**
- 6. Conocimiento en materia de agua y la región.**

Esta primera etapa en la investigación se determinó como de tipo exploratoria - descriptiva, ya que permitió dar un panorama general del análisis cualitativo y cuantitativo según lo contestado. Durante esta etapa de trabajo de campo se recolectó un total de 9 cuestionarios en un periodo de cuatro meses, a través de la plataforma de Formularios de Google.

Tabla 5. Municipios pertenecientes a la Subcuenca Río de La Compañía. Fuente: Elaboración propia a partir de la respuesta de los cuestionarios realizados. (* Municipios que no contestaron el cuestionario).

No.	Municipio / Alcaldía	Entidad Federativa
1	Amecameca	Estado de México
2	Atlautla	Estado de México
3	Ayapango	Estado de México
4	Cocotitlán *	Estado de México
5	Chalco	Estado de México
6	Ixtapaluca *	Estado de México
7	Juchitepec	Estado de México
8	Temamatla	Estado de México
9	Tenango del Aire	Estado de México
10	Tlalmanalco	Estado de México
11	V. Chalco Solidaridad	Estado de México
12	Milpa Alta *	Ciudad de México
13	Tláhuac *	Ciudad de México

De los once municipios y dos alcaldías pertenecientes a la subcuenca Río de La Compañía, nueve de ellos respondieron el cuestionario. Entre las justificaciones que presentaron quienes no lo realizaron fueron:

Cocotitlán: No cuenta con los recursos tecnológicos y administrativo para llevar a cabo el llenado del cuestionario;

Ixtapaluca: La forma solicitada para contestar el cuestionario viola la integridad de información del organismo operador, la cual por seguridad y protección de datos personales no pudo ser proporcionada; y

Milpa Alta y Tláhuac: No cuenta con organismos operador local ya que el manejo y gestión de agua lo realiza el Sistema Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) sectorización zona oriente.

El análisis de los datos colectados en el Excel que genera la plataforma de formularios de Google se analizó de manera descriptiva para sintetizar y mostrar en los resultados solo aquellas preguntas clave que evidencian los problemas operativos y administrativos que tienen los organismos operadores.

Posteriormente se utilizó la información del total municipal de 11 preguntas del Censo de Población y Vivienda 2020 para realizar un análisis multivariado utilizando el paquete de pandas para ejecutar las coordenadas paralelas (*parallel coordinates*) y poder visualizar un conjunto de variables clave para cada municipio de la subcuenca. El proceso tuvo como finalidad correlacionar la información de los cuestionarios.

3.3 Resultados

En general encontramos que el estado operativo de los organismos operadores de agua es deficiente debido al manejo administrativo que efectúan, el cual se propicia por las pocas relaciones institucionales (estatales y federales) en materia de agua; a los pocos ingresos económicos para afrontar los servicios; y al predominante modelo hidráulico en su gestión. A continuación, se desglosa un resumen de los seis apartados correspondientes al cuestionario, herramienta de investigación que ayudo a conocer la situación desfavorable en la que se encuentran los organismos operadores municipales de la región Chalco-Amecameca.

1. Datos generales del organismo operador de agua.

Por lo general, todos los municipios brindan el servicio de abastecimiento (tabla 6). Destaca Ayapango como el único municipio que no realiza el servicio de alcantarillado. Pero también, el disminuido saneamiento de las aguas residuales en la región. Cabe señalar, que cuatro de ellos no cuentan con instalaciones propias que es el mismo número de organismo que siguen siendo parte de la gestión municipal.

Tabla 6. Del lado derecho se presenta la presencia de las funciones y servicios que realiza el organismo operador y del lado izquierdo dos preguntas del cuestionario realizado. Fuente: Elaboración propia a partir de la respuesta de los cuestionarios realizados.

Municipio	1.9 ¿Cuenta con instalaciones propias?	1.10 ¿Su organismo es descentralizado del municipio?
Tenango del Aire	No	Si
Juchitepec	Si	Si
Chalco	Si	Si
Amecameca	Si	Si
Tlalmanalco	Si	No
Ayapango	No	No
Valle de Chalco Solidaridad	Si	Si
Temamatla	No	No
Atlautla	No	No



Un dato alarmante es que el personal para las labores de manejo y gestión es limitado ya que la relación-trabajador por habitante nos muestra que en promedio existe 1 trabajador por cada 2,627 habitantes (tabla 7). Sin embargo, Ayapango y Temamatla están lejos de ese número lo cual, nos indica la necesidad de incorporar especialistas y técnicos en el área de manejo del agua.

Tabla 7. Número de trabajador por habitante. Del lado derecho se tiene la cantidad de habitantes por cada trabajador en el organismo y del lado izquierdo el desglose de población por municipio y total de personal operativo y administrativo. Fuente: Elaboración propia a partir de la respuesta de los cuestionarios realizados.

Municipio	Población 2020	1.11 Número total de personal para las labores operacionales	1.12 Número total de personal para las labores administrativas	TOTAL
Tenango del Aire	11,359	5	2	7
Juchitepec	27,116	21	3	24
Chalco	400,057	111	40	151
Amecameca	53,441	18	18	36
Tlalmanalco	49,196	27	6	33
Ayapango	10,053	1	1	2
Valle de Chalco Solidaridad	391,731	107	141	248
Temamatla	49,196	7	2	9
Atlautla	31,900	9	1	10

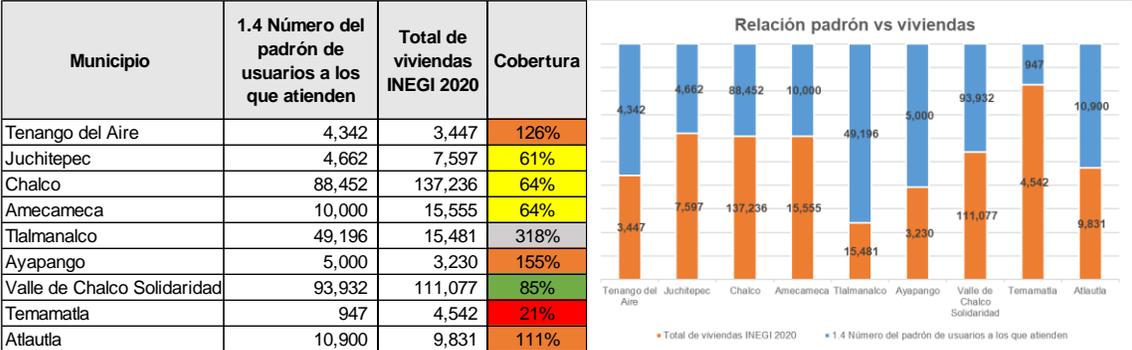


Comparando el número total de viviendas del censo INEGI 2020 respecto al padrón de usuarios reportados por los organismos tenemos que Valle de Chalco es el único municipio que rebasa el 80 % de cobertura, mientras Juchitepec, Chalco y Amecameca mantienen una cobertura superior al 60 % que se considera como moderada (tabla 8).

Destaca también la poca cobertura de Temamatla y una sobre cobertura de Tenango del Aire, Ayapango y Atlautla, que posiblemente esté relacionada a la urbanización que se encuentra desarrollando en sus municipios o que existen

viviendas con más de una toma. Se debe señalar que industrias en estos municipios optan por contratar de tres a cinco tomas de tipo domestica para abastecerse; siendo una práctica que se permite porque no está regulada en la ley. Por otra parte, Tlalmanalco al presentar el número de población del municipio nos demuestra que no cuentan con el personal capacitado en el área.

Tabla 8. Relación de cobertura. De lado izquierdo en naranja aparecen los organismos que reportan un padrón de usuarios superior al número de viviendas reportadas por el INEGI; en verde quien tiene una buena cobertura; en amarillo los que tienen una moderada cobertura; en rojo con la cobertura más baja; y gris con un padrón erróneo, del lado derecho se muestra en azul el número de padrón de usuario con relación al número de viviendas. Fuente: Elaboración propia a partir de la respuesta de los cuestionarios realizados.



Se debe señalar que en municipios como Chalco este número de cobertura puede incrementar ya que cuenta con diez comités independientes que realizan su propio manejo y gestión de agua tales como son las localidades de Huexoculco, San Lucas, San Gregorio Cuautzingo, Tlapala, Tezompa, San Pablo, San Martin, Miraflores, San Marcos, Huixtoc.

A lo igual que el municipio de Temamatla el cual cuenta con dos comités de agua potable: Santiago Zula y Los Reyes Acatlixhuayan. Esto nos demuestra la preservación de una cosmovisión y memoria colectiva en el manejo del agua, distinta a la que se realiza en la ciudad. Una resistencia al clásico modelo, que sería interesante indagar para conocer otras distintas formas de gestión hídrica.

2. Sobre el servicio de abastecimiento y potabilización del agua.

En general, todos los municipios tienen la dependencia al agua subterránea ya que su fuente de provisión primordial es el acuífero. Aunque, hay que señalar que en Amecameca, Ayapango, Tlalmanalco y Atlautla aún sigue aprovechándose el agua de deshielo los que podría ser de importante relevancia para la aplicación de proyectos de recuperación de ríos, causes y arroyos. No olvidemos que estos municipios tienen una cercanía al Parque Nacional Iztaccíhuatl -Popocatepetl. Lo que nos indica que la preservación de Áreas Naturales Protegidas es de vital importancia para seguir manteniendo fuentes alternas de provisión de agua.

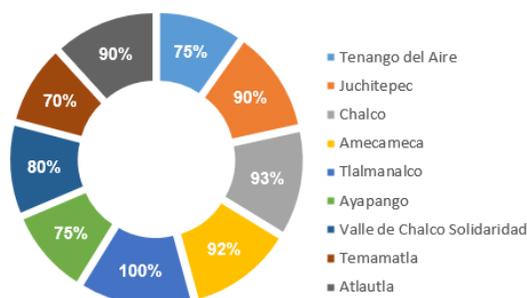
Un dato interesante es el poco aprovechamiento de sistemas almacenamiento elevados como tanques o cisternas de almacenamiento en la región. Hay que tener en cuenta que el relieve de la zona permitiría el aprovechamiento de la gravedad, condición que no está siendo utilizada para disminuir costos operativos, tal como es el gasto por electricidad.

Por su parte, la cantidad de extracción de agua en zonas bajas de la cuenca es muy elevada lo que representa la clara sobreexplotación hídrica que está sufriendo la cuenca y acuífero de la región. Hay que señalar que estos datos son los reportados por los organismos. A los cuales, faltaría sumar la extracción de concesiones privadas, que por lógica incrementaría la extracción y se traduciría en la disminución de los reservorios subterráneos.

Tabla 9. Extracción vs Cobertura. De lado izquierdo en verde quienes tienen una buena cobertura; en amarillo los que tienen una moderada cobertura y de lado derecho el porcentaje de cobertura reportada por los organismos. Fuente: Elaboración propia a partir de la respuesta de los cuestionarios realizados.

Municipio	2.2 Volumen de extracción de agua que realizan	2.8 Porcentaje de cobertura total de la Red de Abastecimiento
Tenango del Aire	2,419 m ³ /día	75
Juchitepec	41 l/s	90
Chalco	5,669.46 m ³ /día	93
Amecameca	6,739 m ³ /día	92
Tlalmanalco	576 m ³ /día	100
Ayapango	87 m ³ /día	75
Valle de Chalco Solidaridad	85 l/s	80
Temamatla	2,592 m ³ /día	70
Atlautla	35 l/s	90

Cobertura de la red de abastecimiento reportada



Aun así, cuando se les pregunto el porcentaje de cobertura en abastecimiento la mayoría respondió que es superior al 80% (tabal 9). Lo que indica un claro pensamiento del paradigma hidráulico en el manejo del agua “A mayor extracción mayor abastecimiento”, esto nos lleva a pensar que los organismos solo solventan la alta demanda con paliativos que mantienen el servicio de abastecimiento como los son la construcción de más pozos y el uso de bombas más eficientes, pero que al largo plazo afectan la operación de su infraestructura ya que incrementan su desgaste y acortan su vida útil.

Los reportes por fugas que señalan son altos y representan costos económicos elevados. Además, de una movilización del personal que por lo general solo atienden la fuga cada vez que se presente un evento, tomándoles días o semanas según la magnitud del evento.

Tabla 10. Infraestructura de abastecimiento. Se menciona el tipo de material, años de antigüedad y kilómetros y reportes de fugas de la red de abastecimiento. Fuente: Elaboración propia a partir de la respuesta de los cuestionarios realizados.

Municipio	2.9 Años de antigüedad de la Red de Abastecimiento	2.11 Kilometros de la Red de Abastecimiento	2.13 Materiales de la red de abastecimiento	2.14 Número total de solicitudes anuales de fugas
Tenango del Aire	40	38	Cemento asbesto	48
Juchitepec	22	149	Tubo de asbesto, tubo hidráulico de pvc	500
Chalco	40	932172	Pvc, adbesto, acero	939
Amecameca	60	47	Abastecimiento, pvc, pad, fofo galvanizado	155
Tlalmanalco	100	60	Pad, pvc, acero al carbón y galvanizado	500
Ayapango	80	15	NO SABE	30
Valle de Chalco Solidaridad	29	14000	Asbesto, Cemento y Polietileno de alta densidad	1000
Temamatla	50	10	Polietileno de alta densidad, galvanizado y poli vinil de cloruro	120
Atlautla	68	129	Tubo de polietileno, tubo pvc y tubo cemento-albesto	180

Como ejemplo a lo anterior podemos observar como el número de solicitudes de reportes de fugas anuales está relacionado al tipo de material y antigüedad de este. Obsérvese que el reporte por fugas en Chalco y Valle de Chalco Solidaridad es superior en comparación a los demás municipios (tabla 10). Al albergar grandes poblaciones, realizan una extracción elevada, lo que genera un sobreuso de su infraestructura, causando problemas operativos y económicos.

Por último, resalta el uso de solución de hipoclorito e hipoclorito de sodio como las únicas formas de desinfección de agua. Lo que puede estar relacionado a la óptima

calidad que aún conserva el agua extraída del acuífero y del deshielo; lo que no hace necesaria aun la implantación de otros sistemas de desinfección más complejos.

Aun así, es poco el monitoreo de calidad de agua por parte de los municipios ya que se realiza de forma esporádica. Donde, su implementación sería una herramienta esencial para identificar una posible contaminación y así atenderla de manera oportuna. No olvidemos que la región es propensa a estos eventos por las características hidrogeológicas que su acuífero presenta.

Aunque lo anterior podría señalar un estado de salud moderado en cuanto a la contaminación del acuífero es también señal de que se está a tiempo de implementar la protección de las fuentes subterráneas por la vía legislativa para de esta manera seguir manteniendo esta contribución de la naturaleza. Sin embargo, eso no representa que estado de salud sea el mismo en la cuenca, tal como veremos en el siguiente apartado del cuestionario.

3. Sobre el servicio de alcantarillado.

Un dato alarmante en cuanto al desagüe de las aguas residuales es que todos los municipios encuestados evacuan sus aguas hacia el Río Amecameca. Lo que representa una severa contaminación a las aguas superficiales de la región. De manera que parte de las soluciones ambientales que deben llevarse a cabo en la recuperación del sistema hídrico superficial es la descontaminación de este río.

Tabla 11. Infraestructura de drenaje. Se presenta el tipo de material, años de antigüedad y kilómetros y número de reportes de la red de drenaje. Fuente: Elaboración propia a partir de la respuesta de los cuestionarios realizados.

Municipio	3.2 Volumen de descarga de agua residuales (m ³ /día)	3.3 Porcentaje (%) de cobertura de la Red de Alcantarillado	3.4 Años de antigüedad de la Red de Alcantarillado	3.5 Materiales de la infraestructura con los que esta compuesta su red de alcantarillado	3.6 Solicitudes anuales que reciben por quejas en la red de alcantarillado
Tenango del Aire	1,600	85	30	Tubería de albañal	15
Juchitepec	40,000	98	50	Tubo de asbesto y tubo pvc	300
Chalco	1,319,110	96	40	Politireno, concreto	25804
Amecameca	4,860	80	60	Concreto reforzado, concreto simple y pad	77
Tlalmanalco	470	90	100	Tubo de concreto, pad, pvc	150
Ayapango	NO SABE	70	80	NO SABE	2
Valle de Chalco Solidaridad	NO SABE	90	30	Concreto reforzado, Albañal y PAD	2500
Temamatla	2,851,200	70	50	Tubos de cemento arena	180
Atlautla	8,100	70	37	Tubería de albañal	15

Otro rasgo es que la cantidad de agua descargada es más grande que la mencionada para abastecimiento. Esto se debe a que por lo general el uso del drenaje es compartido con industrias y privados; además de que en época de lluvia incrementa porque se incorpora esta agua al drenaje; lo que hace que las redes de alcantarillado albergue mayor capacidad de la proyectada a soportar. Aun así, los municipios de la región reportan una cobertura superior al 70%.

Sin embargo, la relación con el tipo de materiales y antigüedad de la red siguen siendo una constante con respecto al número de quejas por mal funcionamiento de la red. En comparación a la red de abastecimiento la atención a estos reportes es muy baja y de forma esporádica ya que la prioridad es el suministro de agua. Lo que hace que la principal actividad en la que se concentran los organismos en temas de drenaje es en la limpieza y desazolve de la red de alcantarillado en los meses previos al verano como única práctica preventiva.

Lamentablemente en su mayoría la cantidad de personal y vehículos tipo Vector es baja, lo que implica que los trabajos no sean profundos y constantes corriendo el riesgo a sufrir el mal funcionamiento de la red en época de lluvias. Otro dato importante es el gasto económico que realizan municipios como Chalco, Valle de Chalco, Tenango y Ayapango, ya que además de utilizar energía para extraer sus aguas, también deben realizar bombeo para evacuar las aguas residuales para así no sufrir inundaciones. Lo que significa otro gasto económico.

En resumen, se pagan costos de electricidad elevados tanto para extraer las aguas mediante bombeo por pozo, así como para evacuarlas una vez usada por los usuarios. Esto representa un mal modelo en la gestión del agua, el cual hace colapsar a los organismos operadores municipales, ya que la solvencia económica se ve limitada solo a mantener los servicios de abastecimiento y drenaje. De esta forma, se entiende porque no entra en su agenda el servicio de saneamiento como veremos a continuación.

4. Sobre el saneamiento y tratamiento de agua.

Si a lo anterior le sumamos los pocos trabajos en tratamiento y saneamiento de agua mencionados en el apartado inicial, el mal uso que se le da al Río Amecameca y los costos operativos que representa el tratamiento de agua, entonces esperaríamos que el servicio de saneamiento es al que menos se dedican a trabajar debido a que es más importante mantener la provisión de agua y evitar las inundaciones.

Hay que mencionar, que parte del trabajo centralista a nivel municipal se justifica en las acciones desarrolladas en los municipios de Amecameca y Juchitepec que son los únicos que realizan el saneamiento de sus aguas. Si bien, la acción da a conocer su fortaleza en el manejo y gestión, lamentablemente al encontrarse en cuenca media-alta sus aguas se mezclan con los de cuenca baja, lo que hace que su trabajo no sea efectivo; al menos de que se le esté dando un diferente uso al agua tratada en sus plantas de tratamiento, lo cual no reportaron.

Por su parte, otros municipios cuentan con al menos con una planta de tratamiento. Sin embargo, su uso no se da por los elevados costos en electricidad y operacionales que representan ponerlas en marcha. Esto da pauta a repensar en estrategias como son el uso de los humedales artificiales (soluciones basadas en la naturaleza), que bien podrían adaptarse a la fisiografía de planicie con la que se cuenta en la parte baja de la cuenca y que además desarrollan menores costos económicos - operacionales.

Es probable que los problemas sociales que podrían generar seguir evitando realizar las tareas de saneamiento desarrollen problemas de salud, así como gastos económicos elevados tal como se vio evidenciada en la pandemia de 2021. La variedad de sustancias y químicos usados por la industria, agricultura y ganadería tendría que ser de importancia y podría generar la oportunidad para la recaudación de recursos económicos para los organismos operadores.

Se debe señalar, que la mayoría de los organismos no solicitan estudios de calidad de agua a las industrias que bien podría implementarse como un trámite que a la vez permita tener un control de lo que se está vertiendo al Río Amecameca. El no

hacerlo hace que en su mayoría la contaminación se presente de tipo difusa y no pueda localizarse de manera puntual en caso de su desastre ecológico.

5. Sobre los gastos y costos de operación.

El contexto anterior nos fue indicando las principales actividades que mayor gasto generan la cuales desglosaremos en este apartado. Como era de esperarse, la solvencia económica es el mayor problema que enfrentan los organismos operadores de agua. Por lo que el mecanismo y diseño en las fuentes de financiamiento requiere de una gran atención.

Ya lo señala la Auditoría Superior de la Federación (2020), la sobreexplotación y contaminación de los acuíferos; la reducción de la disponibilidad y calidad del recurso hídrico, así como deficientes servicios de agua potable, alcantarillado y saneamiento generan un detrimento de la población y de las actividades económicas, en un contexto caracterizado por un menor presupuesto, inversiones e ingresos en el sector.

Por lo general, la forma de recaudación más habitual es a través del pago del servicio. Sin embargo, las tarifas suelen oscilar de los \$1,700 a los \$2,500 anuales para una toma doméstica e incrementar hasta por 10 veces cuando se trata de una toma comercial. Cabe señalar, que estas tarifas no se basan bajo una metodología clara para efectuar el cobro del servicio y que solo se rigen por lo mencionado por el Código Financiero del Estado de México el cual basa una tarifa muy generalizada para todo el Estado de México.

Se debe entender que la dinámica hídrica en el norte, sur y poniente del Estado de México es muy diversa a la que presenta el oriente, así mismo que las cuencas y acuíferos cuentan con distintas características físicas – climáticas, por lo que no puede ser posible seguir manteniendo una generalidad como la mencionada. Esto abre la posibilidad a legislar y actualizar los artículos 129, 130 y 139 de dicho código referentes al cobro del agua. Para de esta forma diseñar una tarifa más adecuada para los municipios según la disponibilidad reportada para su cuenca y acuífero, y

en función del número de unidades económicas y concesiones que se encuentren en sus municipios.

Tabla 12. Presupuesto y recaudación. Destaca el municipio de Amecameca como el municipio con el esquema de tarifas más desglosado. Fuente: Elaboración propia a partir de la respuesta de los cuestionarios realizados.

Municipio	5.1 Presupuesto anual	5.2 ¿Cómo se conforma su presupuesto anual?	5.6 ¿Cuál es cobro anual de agua que realizan al usuario?
Tenango del Aire	2,000,000	Recaudación por pago de agua y Presupuesto Municipal	Vivienda \$1,970
Juchitepec	4,900,000	Recaudación por pago de agua y Presupuesto Municipal	Vivienda \$1,744 y Comercio \$9,743
Chalco	202,277,312	Recaudación por pago de agua	Vivienda \$2,570.09 y Comercio 22,705.94
Amecameca	56,000,000	Recaudación por pago de agua y Presupuesto Municipal	VIVIENDA: a) grupo vulnerable \$1,068.00 b) usuario cumplido \$1,417.00 COMERCIO: a) uso 1 \$2,203.00 b) uso 2 \$11,931.00 c) uso 3 \$18,527.00 INDUSTRIA: Pago mensual o bimestral, uso medido depende del consumo
Tlalmanalco	6,358,821	Presupuesto Municipal	Vivienda \$2,383
Ayapango	NO LO MENCIONO	Presupuesto Municipal	Vivienda \$1,743
Valle de Chalco Solidaridad	255,950,281	Recaudación por pago de agua	DOMESTICO: \$2,411.64 y NO DOMESTICO: \$12,706.92
Temamatla	632,000	Recaudación por pago de agua; Programas de apoyo Federal; Programas de apoyo Estatal y Presupuesto Municipal	Vivienda \$1,744
Atlatlula	1,790,000	Programas de apoyo Federal; Programas de apoyo Estatal; Presupuesto Municipal	Vivienda \$1,500

Aun cuando su recaudación también lo conforma en algunos casos el presupuesto municipal y en otros la suma de apoyos estatales y federal; la diferencia recauda entre municipios de cuenca alta y baja es muy marcada. Sin embargo, eso no quiere decir que efectúan un mejor trabajo, se debe señalar que esta elevada partida presupuestal está en función de la población por lo que los municipios mayormente urbanizados son los que tendrán mayores recaudación y presupuesto. Pero también son quienes desarrollan y sufren los estragos de la escasez de agua.

Tabla 13. Gasto presupuestal. En rojo las categorías con mayor gasto; en naranja con moderado gasto y en verde las categorías en las que menos se invierte. Fuente: Elaboración propia a partir de la respuesta de los cuestionarios realizados.

Categorías que mayor presupuesto absorben

Categorías donde menos se invierte

Pregunta 5.8 Municipio	(%) pago de la concesión / bloque de agua	(%) pago a administrativos	(%) pago por bienes y servicios	(%) pago de electricidad	(%) sistema de desinfección	(%) reparación de fugas	(%) reparación de la red de alcantarillado
Tenango del Aire	20%	20%	15%	40%	10%	15%	5%
Juchitepec	5%	15%	20%	20%	20%	10%	10%
Chalco	35%	10%	20%	20%	5%	5%	5%
Amecameca	60%	15%	10%	0%	5%	5%	5%
Tlalmanalco	35%	10%	5%	30%	10%	5%	5%
Ayapango	60%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Valle de Chalco Solidaridad	5%	30%	20%	0%	5%	20%	20%
Temamatla	5%	30%	5%	40%	10%	5%	5%
Atlatlula	5%	5%	5%	70%	0%	10%	5%

Algo alarmante son los conceptos en el reparto del gasto presupuestal, ya que la mayoría de ese presupuesto se dirige al pago del bloque de concesiones, administrativos y electricidad (tabla 13). Desatendidos labores como la reparación de fugas de las redes de abastecimiento y alcantarillado. Por su parte, municipios como Valle de Chalco Solidaridad y Amecameca optan por el endeudamiento con la Comisión Federal de Electricidad; en el caso de Ayapango al no ser descentralizado en utilizar mayor partida presupuestal de la otorgada, a lo mismo que Tenango del Aire, pero en su carácter de descentralizado; o en Atlautla en no desempeñar el sistema de desinfección de sus aguas.

Es claro que al revisar las finanzas de los organismos operadores nos conduce a generar nuevas formas en la gestión del agua. Debido a que este modelo tradicionalista solo dirige a estas entidades a desarrollar graves problemas en el manejo del agua, así como dificultades para afrontar los trabajos de servicio que al final se traduce en una baja capacidad de atención y eficiencia. Por lo cual, urge desde el legislativo la propuesta de la regulación de estas entidades con la finalidad de apoyarlas a la mejora regulatoria de sus actividades.

6. Sobre el conocimiento en materia de agua y la región.

Finalmente, en este último apartado del cuestionario se indaga otras actividades no primordiales, pero no menos importantes. Algo que se les pregunto en relación con el apartado anterior fue las leyes y/o reglamentos bajo los que trabajan, en su mayoría contestaron la Ley de Aguas Nacionales menospreciando la Ley Estatal de Aguas del Estado de México. Lo que demuestra la poca intervención por parte del Estatal.

Un aspecto relevante es que la mayoría de los municipios NO CONOCEN el Programa de Devolución de Derechos (PRODDER), que es una forma para que la CONAGUA les devuelva el pago de la concesión de agua. Aunque, que se debe señalar que los requisitos y lineamientos para ser acreedor al apoyo no son fáciles de cumplir y suelen ser algo complicados y rigurosos que, relacionados a la falta de especialista en los organismos, limita la participación a la convocatoria. De ahí la

oportunidad de involucrar al PRODDER como eje para afrontar los problemas económicos de los organismos.

De manera que la participación política estaría en proporcionar a especialista o capacitación que apoyen a los organismos a recuperar parte de su presupuesto y de esta forma lo puedan direccionar hacia otras tareas y actividades que requieren atención. Otro dato sorprende es la nula representación en el Consejo de Cuenca de la región y que el trabajo de los organismos está supervisado por los presidentes municipales, aun cuando la mayoría son organismos descentralizados. Lo que es un claro ejemplo de la nula autonomía con la que se desarrollan; salvo el caso de Atlautla que la población supervisa sus labores.

Ante los pocos especialistas en la región algunos municipios optan por asesorarse con la Asociación Nacional de Entidades de Agua y Saneamiento de México A.C. (ANEAS), aunque resalta que entre sus actividades no se refleja por lo menos la implementación de alguna estrategia de los Objetivos de Desarrollo Sostenible *No. 6 Agua y Saneamiento*. Lo que justifica lo abordado en el capítulo 1, que las agendas globales de poco sirven en lo local ya que no llegan a contemplarse por lo generalizadas que suelen ser.

Es relevante que la mayoría de los municipios cuentan con áreas de cultura de agua, que bien podría ser la puerta de entrada para trabajar con la comunidad, dado que también respondieron que entre sus trabajos incluye a la población en la toma de decisiones. Esto es valiosísimo porque el trabajo mutuo con la sociedad permite las vías de la gobernanza, la cual bien podría lograrse a través de estos organismos.

De igual manera, la mayoría de los organismos desconocen el funcionamiento de los sistemas hídricos urbanos lo que lleva a pensar en la dificultad de pasar de un pensamiento tradicionalista como el hidráulico a uno de tipo hídrico, donde se reflexiona en la importancia de los servicios ecosistémicos de los cuales no tienen una clara referencia de su potencialidad.

Sorprende que entre algunas acciones de conservación a las que invierten se encuentran las reforestaciones y limpieza de causas en municipios como

Amecameca. Actividades esenciales para la recuperación de áreas de recarga y aprovechamiento de una distinta fuente de provisión. También, mencionaron los proyectos en los cuales les gustaría recibir apoyo. Destaca en Amecameca la implantación de lagunas de almacenamiento de aguas de lluvia; en Tlalmanalco el mantenimiento de sus sistemas captadores de agua; en Valle de Chalco Solidaridad la sustitución de sus redes de almacenamiento y un proyecto de recuperación hídrica de las lagunas de XICO; y finalmente Atlautla en el estudio para la perforación de un pozo profundo.

Tabla 14. Acciones y visión del problema hídrico en la región. Fuente: Elaboración propia a partir de la respuesta de los cuestionarios realizados.

Municipio	6.12 ¿Invierten en acciones de conservación del ecosistema o medio natural?	6.13 ¿Tiene algún proyecto ya elaborado del cual quisiera obtener algún apoyo económico o científico para llevarlo a cabo?	6.14 Por último ¿A QUÉ CREE QUE SE DEBA LA CRISIS HÍDRICA DEL AGUA EN LA CUENCA Y ACUÍFERO DE LA REGIÓN?
Tenango del Aire	NO	NO	Al uso irracional del agua.
Juchitepec	Nosotros como Organismo NO	Por el momento no.	Por la sequia y el mal uso del agua.
Chalco	SI	A nivel Municipio se tienen una cantidad considerable de proyecto, sin embargo , no hay recurso que cubra todas las necesidades que se tienen, por lo que se hace un estudio costo beneficio para determinar prioridades.	A que no hay infraestructura de recuperación suficiente.
Amecameca	En reforestación y limpieza en causas de ríos	Si, en laguna de almacenamiento de aguas pluviales	Aun mal manejo legislativo de las políticas públicas en administración del agua
Tlalmanalco	SI	SI, reparacion de captacion de agua.	A la sobre-explotacion y la falta de saneamiento.
Ayapango	NO	NO	Al calentamiento global.
Valle de Chalco Solidaridad	SI	Sustitución de red sanitaria ya que si vida útil es de 30 años y Programa de recuperación de las lagunas de XICO.	Existe una evidente falta de reconocimiento del agua como recurso natural invaluable, lo que se traduce en una larga historia del manejo inadecuado que no habilita su cuidado y sustentabilidad. Por otro lado, el crecimiento poblacional detona el aumento en su demanda y la falta del desarrollo de resiliencia al cambio climático en todo el sistema hídrico provoca la escasez de agua, el aumento de riesgos de inundaciones y la contaminación causada por aguas residuales no tratadas. La sobreexplotación de los acuíferos y su vinculación con costos de extracción superiores, la disminución de la calidad del agua y altos porcentajes de pérdidas por fugas, impiden avanzar hacia una planeación sustentable.
Temamatla	NO	NO	Exceso de extracción de agua de los mantos freáticos.
Atlautla	NO	En un estudio en el que pretendemos sea perforado un pozo profundo en un fraccionamiento del municipio	A la sobre explotación y la deforestación en la zona

Al preguntarles acerca de la crisis hídrica (tabla 14) sus respuestas fueron sorprendentes ya que demuestran un claro entendimiento a la complejidad y realidad del problema de la escasez de agua en sus municipios y en algunos casos a nivel regional y global; que, relacionado a su trabajo como organismo, nos demuestra que hay iniciativa, pero poco apoyo para desarrollar de mejor forma sus labores.

Con lo visto en los cuestionarios podemos concluir que los organismos operadores de agua son el “sector donde recaen los problemas sociales y económicos que representa el acceso de agua potable en cantidad y calidad” (Montes de Oca Malváez, 2011).

Para el caso de la región Chalco-Amecameca los retos que enfrentan son:

1. **La limitada cobertura de los servicios** de abastecimiento, drenaje y saneamiento, por la constante expansión de las áreas municipales;
2. **La mala administración financiera** por el endeudamiento público que desarrollan, ya que los costos económicos que representa garantizar el constante funcionamiento de los servicios son cada vez mayores;
3. **La cada vez reducida disponibilidad de fuentes naturales de provisión de agua**, propiciada por el deterioro de la cuenca y sobreexplotación del acuífero.

Sin duda, de los retos mencionados **las dimensiones de cobertura** es el eje articular a tratar, ya que evidencia la ineficiencia operacional de los organismos de la región. Ya que, entre las soluciones persiste consistentemente la construcción de mayor infraestructura hidráulica, cuando **se debería replantear los límites de crecimiento de los municipios** en la cuenca.

Hernández Cruz (2011) señala, que lo crítico en el manejo del agua está, en este conjunto de áreas urbanas de dimensiones medianas y pequeñas que insisten en reproducir el modelo de gestión de agua de la Ciudad de México. Que, al imitarlo, presentan serias dificultades porque no poseen la experiencia, conocimientos estructura administrativa, capacidad técnica y tributaria de las grandes ciudades.

De seguir así, los organismos de agua municipales seguirán enfrentando un reto insuperable para asegurar los servicios de agua potable de forma eficiente, que respondan a las necesidades sociales y que cumpla con una responsabilidad ecológica. Una utopía que por general queda en el discurso de lo debería ser lo adecuado. Cuando en la realidad parte de un proceso que conlleva la participación

de múltiples actores en un contexto regional, tan complejo por la diversidad de relaciones sociales, políticas y económicas con diferentes intereses.

3.4 Estructura de un instrumento de consulta para los organismos de la región

En esta segunda etapa de la investigación se utilizaron fuentes de información diferentes. La primera proveniente del Censo de Población y Vivienda INEGI (2020) y la segunda al Registro Público de Derechos de Agua de la REPDA. En vista que lo contestado en los cuestionarios muestra respuestas dispersas y a menudo incongruentes. Al compararse los cuestionarios con estas fuentes se obtuvieron resultados interesantes, así como relaciones importantes.

Como tal, la información de carácter gubernamental a menudo suele servir como datos de comparación en las investigaciones. Sin embargo, al ser información “heterogénea, inexacta, imprecisa y poco sistematizada” (Beltrán Reyna, 2019) y difícil de trabajar. Se requiere, facilitar su correlación a través de sistemas de información, que según la misma Beltrán Reyna (2019) es una herramienta que impactaría en la gestión del servicio y la eficiencia de los organismos de agua.

Ante ello, en este apartado examinaremos algunas condiciones relacionadas al problema de la escasez de agua. A través de la relación de doce indicadores que responden de manera coherente a los hallazgos de los cuestionarios. Conexiones que se abordaron y evaluaron desde el análisis de datos multivariantes a partir de coordenadas paralelas²⁶.

En el rigor metodológico la técnica de investigación desarrollada tiene como objetivo comparar una clase amplia de datos; que dentro de nuestro marco de investigación permite representar de mejor forma la complejidad de las áreas urbanas y esclarecer relaciones evidentes al problema de la escasez de agua y servicios de agua potable en la región Chalco-Amecameca.

²⁶ “La exploración visual de datos multidimensionales es de gran interés en estadística y en la visualización de información. Ayuda a encontrar tendencias y relaciones entre dimensiones. Al visualizar datos multidimensionales, cada variable puede trazar cierta entidad o cualidad gráfica” (Araya Alpizar, 2011).

Las variables seleccionadas fueron las siguientes: (*Ver tabla de datos en Anexo 3*):

1. Población total (INEGI, 2020) = POBTOT;
2. Total, de viviendas (INEGI, 2020) = VIVTOT;
3. Número de unidades económicas (DENUE, 2020) = UNI_ECON;
4. Número de concesiones (REPDA, 2020) = REPDA;
5. Volumen de extracción de aguas nacionales (m³/año) = VOL_EXTRA;
6. Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda (INEGI,2020) = VPH_AGUADV;
7. Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada y se abastecen del servicio público de agua (INEGI, 2020) = VPH_AEASP;
8. Viviendas particulares habitadas que disponen de tinaco (INEGI, 2020) = VPH_TINACO;
9. Viviendas particulares habitadas que disponen de cisterna (INEGI, 2020) = VPH_CISTER;
10. Viviendas particulares habitadas que disponen de excusado o sanitario (INEGI, 2020) = VPH_EXCSA;
11. Viviendas particulares habitadas que disponen de letrina (INEGI, 2020) = VPH_LETR; y
12. Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje (INEGI, 2020) = VPH_DRENAJ.

Como tal, la elección de los indicadores si bien pueden apreciarse como datos multivariados y multifacéticos o con muchas diferencias. Desde mi perspectiva logra justificar las prácticas tradicionales en gestión de agua cuando la urbanización alcanza índices de crecimiento exacerbados.

Se debe señalar, que la integración de la información seleccionada responde a una caracterización cuantitativa de elementos relacionados a un perspectiva urbano-regional que intenta enfocar la dinámica de las áreas urbanas y busca diferenciar los impulsos locales en cuanto elementos demográficos, económicos y de administración de agua se refiere en cada uno de los municipios.

En la figura 15 se puede observar una delimitación regional, que bien se podría relacionar a la segmentación de cuenca alta (Atlautla, Ayapango, Temamatla, Tenango del Aire, Cocotitlán, Juchitepec); media (Tlamanalco, Amecameca, Milpa alta y Tláhuac); y baja (Chalco, Valle de Chalco Solidaridad e Ixtapaluca); resaltando una clara distribución espacial de las zonas funcionales en la subcuenca Río de La Compañía.

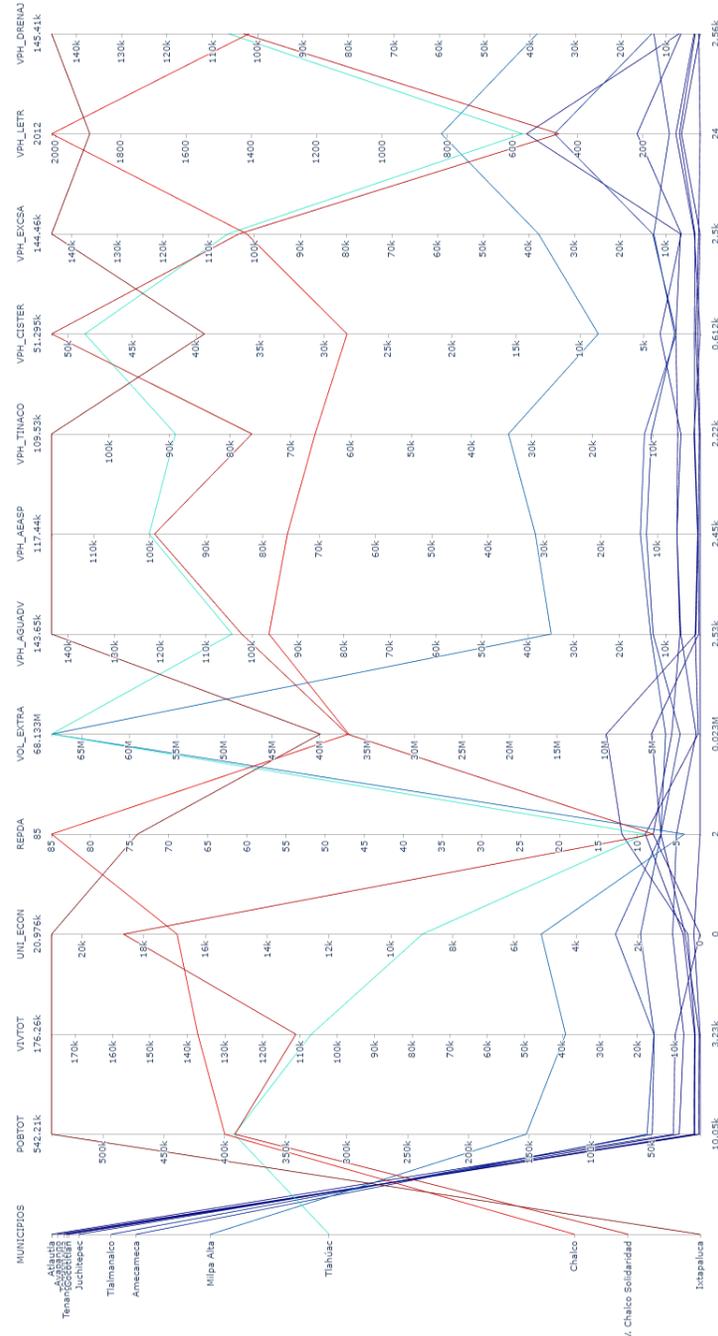


Figura 15. Relaciones multivariable de las localidades de la subcuenca Río de La Compañía. Grafica de los doce indicadores que muestra delimitaciones regionales en función de su índice poblacional y número de actividades económicas. Fuente: Elaboración propia.

La delimitación está en función de los índices económicos, poblacionales y de vivienda. Haciendo evidente los problemas de agua que se desarrolla en municipios con un alto número de población o en aquellos que albergan un gran número de unidades económicas. **Lo que hace que persista un problema de desigualdad en la distribución y extracción de las fuentes de provisión de agua.**

La caracterización de los elementos métricos muestra un aprovechamiento desigual del agua entre las localidades de cuenca baja y alta que corresponden al número elevado de concesiones otorgadas por parte de la CONAGUA; que si bien puede asociarse al del alto volumen de extracción de agua. En el caso, de Tláhuac y Milpa Alta podemos hablar de que sus concesiones son menores a de otras localidades por lo que su volumen de extracción permitido no corresponde a sus parámetros económicos / poblacionales. Lo que hace pensar que es agua que no es destinada para dichas alcaldías sino para el abastecimiento de la CDMX.

Además, esta herramienta de consulta ofrece aportes valiosos para los organismos operadores de agua de la región, que bien puede ayudar a mejorar las intervenciones políticas. De vital importancia para conocer las necesidades en la gestión y manejo del agua a nivel vivienda y en cuestión de servicios de almacenamiento y drenaje.

Nótese que los sistemas de almacenamiento como tinacos y cisternas en Tláhuac, Milpa Alta, Juchitepec y Valle de Chaco Solidaridad son muy usados por la población para sobrellevar la escasez de agua. Lo cual podría ser considerada una adaptación a la crisis hídrica de la región. Mientras que Cocotitlán, Tlalmanalco y Chalco se aprecian como los municipios con los habitantes que menos pueden solventar la adquisición de alguno de estos sistemas.

En temas de saneamiento figuran Milpa Alta, Tláhuac, Atlautla Chalco e Ixtapaluca como los municipios en donde aún se dispone del uso de letrinas ante la falta de un baño a nivel vivienda. Condición que está directamente relacionada a las localidades rurales que aún persisten en la región y/o la falta del servicio de drenaje que muchas veces es difícil de costear en zonas con alto nivel altitudinal.

La herramienta muestra también conclusiones significativas en cuanto a servicios básicos de abastecimiento y alcantarillado. Los cuales son complicados de construir, mantener y operar cuando se tienen áreas urbanas desarrolladas. En este sentido, el uso de indicadores permitió conocer que los datos señalados por los organismos de agua en cuanto a cobertura no corresponden a la realidad. Destaca Temamatla, Cocotitlán y Chalco como los municipios con los mayores problemas del servicio de abasto de agua; y Atlautla, Ayapango y el mismo Chalco con problemas de drenaje.

Tabla 15. Coberturas de abastecimiento y drenaje. En rojo los municipios con menor porcentaje de cobertura; en naranja con cobertura moderada y en verde los de mayor cobertura. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Censo de Población y Vivienda (2020).

Municipio	Total de viviendas 2020	Viviendas que disponen de agua	Porcentaje	Viviendas que se abastecen del servicio público	Porcentaje	Viviendas que disponen de drenaje	Porcentaje
	VIVTOT	VPH_AGUADV		VPH_AEASP		VPH_DRENAJ	
Amecameca	15,555	13,270	85%	13,031	84%	13,196	85%
Atlautla	9,831	6,907	70%	6,539	67%	7,160	73%
Ayapango	3,230	2,533	78%	2,446	76%	2,557	79%
Cocotitlan	4,686	3,578	76%	2,884	62%	3,851	82%
Chalco	137,236	96,336	70%	75,624	55%	101,938	74%
Ixtapaluca	176,264	143,649	81%	117,443	67%	145,413	82%
Juchitepec	7,597	6,717	88%	6,532	86%	6,737	89%
Milpa Alta	39,101	34,923	89%	31,655	81%	38,425	98%
Temamatla	4,542	3,433	76%	2,828	62%	3,615	80%
Tenango del Aire	3,447	2,828	82%	2,789	81%	2,837	82%
Tlahúac	106,964	104,372.0	98%	100,130	94%	106,400	99%
Tlalmanalco	15,481	12,739	82%	11,928	77%	12,725	82%
V. Chalco Solidaridad	111,077	102,276	92%	99,193	89%	103,125	93%
	ALTO		MODERADO		BAJO		

La información del censo muestra que existe un porcentaje mayor de viviendas que disponen de agua de aquellas que se abastecen del servicio público, lo que nos lleva a concluir que existe un abasto ajeno al proporcionado por el servicio público, el cual se da curiosamente en los municipios donde su territorio abarca parte de la cuenca alta. La información proporcionada por el censo asociado a la repuesta de los cuestionarios muestra una discrepancia entre los datos en la que podemos observar porcentajes de coberturas mucho menores a los señalados por los

organismos y nos presentan la verdadera realidad de cobertura de los servicios de agua en la región Chalco-Amecameca.

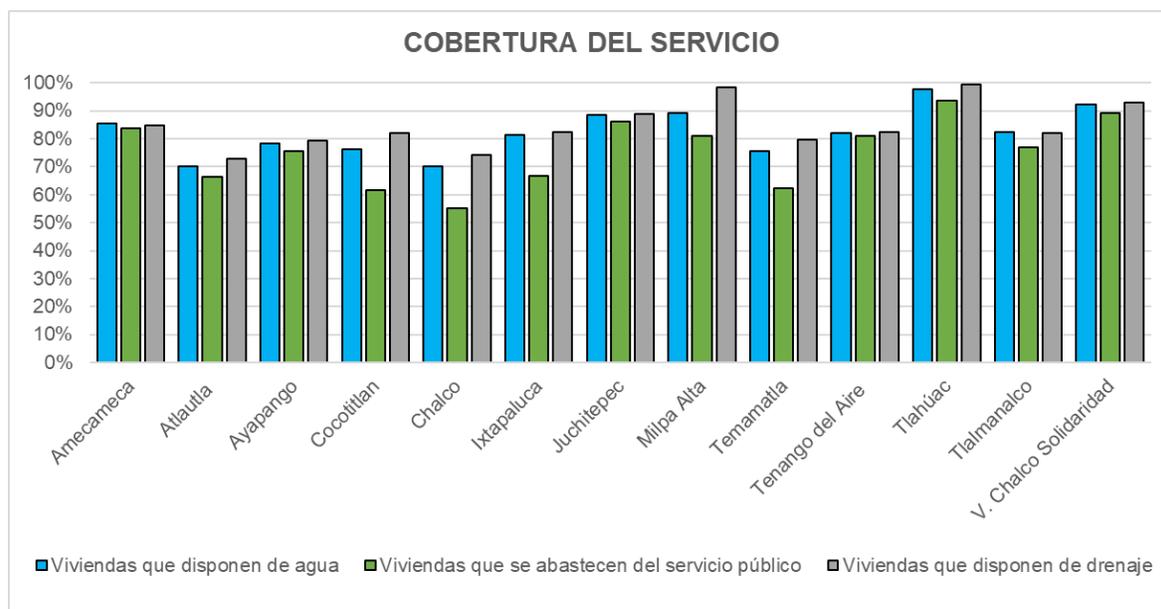


Figura 16. Cobertura del servicio de abastecimiento y drenaje. Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Censo de Población y Vivienda (2020).

En relación con los sistemas de información, cabe señalar que estos son la clave para la planificación hídrica. Lo anterior debe servir para concertar acuerdos, proyectos y/o soluciones; y no para determinar responsables por el mal manejo de los organismos operadores de agua. Es necesario comenzar a llevar a cabo procesos legislativos para resolver, controlar, coordinar la tomar decisiones, así como para planificar responsablemente considerando los límites del crecimiento.

Cuando se tiene información detallada se mejora la eficiencia del desempeño de cualquier institución u organismos. Lo resultados presentados solo son un indicio de la necesidad de continuar en la profundización de la información, lo cual permita ampliar la perspectiva de lo que sucede a nivel cuenca a fin de explicar las “dinámicas políticas, las relaciones de poder y los valores o creencias que tienen los sujetos” (Beltrán Reyna, 2019) que conviven en un territorio.

3.5 Abordar el manejo del agua

Desde la perspectiva social la centralización de los gobiernos promueve en sus habitantes una identidad que es ajena al ambiente fuera de sus límites del territorio. En el mejor de los casos el ciudadano reconoce las problemáticas ambientales, pero las entiende como algo dentro de su cotidianidad. En el caso de las condiciones de habitabilidad ligadas al acceso de agua (Castro Reguera, 2022) alude a una cada vez más frecuente imagen del agua en pipas, botes, alcantarillas, canales, tuberías, cisternas, lo que refleja una ruptura y desvinculación del habitantes con el contexto natural del agua.

Para entender lo relacionado a este apartado, pongamos como ejemplo el servicio de abastecimiento de agua en las zonas económicas de las ciudades, como lo pueden ser un corredor restaurantero, una planta de producción o incluso un centro comercial. En estos lugares, el habitante según sea su faceta como trabajador o consumidor difícilmente se encontrará con la falta de agua en un baño y tendrá la satisfacción de la dotación de ella.

Contario ello, mismo habitante en su vivienda y alejado de la ciudad se puede acostumbrar y aceptar que en algunos días y/o horario la falta del servicio de agua como algo normal dentro de su entorno; y solo si el desabasto se prolonga más tiempo de lo acostumbrado puede llegar a manifestar cierta molestia, pero mientras no afecte su cotidianidad va desarrollando cierta indiferencia a la misma falta de agua que pueda tener una localidad distinta a la suya.

Otro ejemplo para justificar esta indiferencia social es cuando se buscan a los responsables en los problemas del agua, que si bien está en función de la cantidad que recibe cada usuario y el tipo de uso que le da; solo se da cuando conoce la relación directa con la actividad productiva que se desarrolla y no por la cantidad de agua que se está consumiendo y contaminando.

Lamentablemente mucha de la contaminación reportada en las cuencas de México se da en condiciones difusas, debido a que normalmente las cuencas y acuíferos exceden extensiones que superan los límites políticos-administrativos de los territorios. Cuestión que hace que los responsables en garantizar la preservación

del agua pasen evadiendo sus responsabilidades y omitiendo su trabajo con la justificación de que el asunto no corresponde a su demarcación.

En términos concretos los casos anteriormente explicados tiene que ver en abordar el manejo del agua a partir de lo que propone Becerril et al. (2020) y puntualiza como **planeación colaborativa**, un proceso que busca interesar a los actores y enrolarlos para que asuman un papel en la gestión de los recursos hídricos en torno a los problemas del agua.

Para el caso de la subcuenca Río de La Compañía esta planeación colaborativa debe plantearse a escala regional y no de forma local como comúnmente los municipios llegan a desarrollar sus políticas con carácter centralista. Partiendo de la premisa general que *“las fuentes de agua son recursos hídricos compartidos, puesto que el flujo subterráneo o superficial no reconoce fronteras”*. La planeación y estrategia en la gestión del agua debe promoverse a través de alianzas municipales que permitan la colaboración a fin de desarrollar concurrencia, cooperación y coordinación de manera integrada.

Trabajar en conjunto puede ayudar a generar procesos de cambio en la política pública, “métodos e instrumentos que puede contribuir a concretar formas de gestión de los recursos hídricos que reduzcan o prevengan la degradación ambiental, social y económica de las cuencas, mejorando la calidad de vida de las comunidades humanas y no humanas que las conforman”. (Becerril et al., 2020) y donde los actores pueden encontrar oportunidades para estrategias transformadoras.

Por lo tanto, como vimos el capítulo 1 los consejos de cuenca serian el espacio para lograrlo. Ante ello su fortalecimiento debe concentrarse en establecer el contacto con los organismos operadores de agua municipales, que como vimos en los cuestionarios tienen una nula participación en estos espacios y en algunos casos no tienen idea de su existencia. Cuando su participación debería ser la que mayor relevancia tenga porque son quienes afrontan y tienen mayor claridad sobre la realidad del agua en sus territorios. Además, de ser quienes desarrollan la relación más cercana con el usuario.

Si bien, la tendencia a los modelos participativos ha sido aplicada en distintas políticas públicas, la falta de integralidad de actores relevantes y articuladores las hace improductivas porque la planeación solo se realiza con actores institucionales que muchas veces no tienen ni idea de los problemas hídricos del territorio y solo responden con soluciones generalizadas que replican sin cuestionar su funcionalidad.

Hoy en día se sigue enfrentando la escasez de agua “recurriendo a la transferencia de agua entre cuencas y a la construcción de presas, estrategias costosas que ocasiona graves daños ambientales” (Hernández Cruz, 2011) o en la perforación para la construcción de mayores pozos. Dándole a los organismo de agua como única opción la de solicitar más volumen de extracción en su concesión, “en lugar de transformar las prácticas tradicionales de manejo de cuencas o de distribución” (Hernández Cruz, 2011).

Todo lo visto nos lleva a que la solución se encuentra en la ampliación indefinida de nuevas áreas de conocimiento del agua, que replanteen la forma en el manejo del agua y vean a la hidráulica como una herramienta destinada a la construcción de sistemas que en la medida de lo posible se adecuen a aprovechar las ventajas que brinda el medio físico natural y no en detonar problemas a largo plazo.

Becerril et al., (2020) hace alusión que para enfrentar los obstáculos en la implantación de un modelo alternativo de manejo del agua se debe comprender estudios evaluativos que busquen en primera instancia entender los avances, limitaciones y desafíos con los que se cuenta en el territorio para que de cierta manera se pueda focalizar en los procesos relacionados a maximizar el bienestar social.

Entre estas tendencias ambientalista retóricas al cambio se encuentran la de referirse a la gestión integrada del agua a partir de “una perspectiva ecosistémica, en la cual el agua sea vista como parte integral del ecosistema, y como un bien social y económico cuya cantidad y calidad determinan la naturaleza de su utilización” (Andrade Pérez, 2004).

Aunque puede ser algo vieja la referencia, desde hace años se está promoviendo un enfoque integrado y multidisciplinario para el manejo de los recursos hídricos, que hace ver a la naturaleza como un actor más a contemplar en esta planeación colaborativa. “Este nuevo enfoque de gestión ha evolucionado hasta convertirse en un concepto holístico e incluyente, incorporando la dimensión social y ambiental, con el propósito de mejorar el manejo y la gobernanza del recurso agua” (Martínez Valdés & Villalejo García, 2019), que se conoce como gestión integrada de los recursos hídricos.

Mientras las ciudades sigan lidiando con la disponibilidad de agua y los peligros relacionados a ella, sin contemplar los aspectos ecosistémicos se seguirán desarrollando acciones sin sentido con un grado de efectividad bajo. Ante ello, hay que considerar que la crisis del agua puede ser atendida únicamente con soluciones ingenieriles y legislativas es un error, pero sobre todo una forma de postergar y eludir la crisis de gobernanza que se vive actualmente en las ciudades y municipios; paliativos temporales que no lograron corregir la causa y origen del problema.

En este marco, un manejo de los recursos hídricos con enfoque de cuenca se convierte en una herramienta fundamental que conjugada con el diseño ambiental en la planeación urbana sería “capaz de resignificar la imagen del agua, tejiendo una nueva relación con los habitantes, procurando el valor y respeto necesarios para la supervivencia de ambos” (Castro Reguera, 2022).

Por ello, implicar la participación de aquellos actores en donde su relación involucre una interacción directa con el agua es determinante, porque es desde el carácter institucional donde se mantienen la toma decisiones que promueve la continuidad a la dinámica económica por encima de los aspectos ecológicos. En este sentido realizar un mapeo de actores en relación con los tomadores de decisiones en temas de agua resulta crucial para hacerles entender y reivindicar la relación entre el ser humano, el agua y la ciudad.

Lo anterior no se trata imponer un pensamiento radical sino de generarles un proceso de reflexión para hacer entender que prácticas como la dependencia al agua subterránea o trasladarla de otras cuencas genera elevados costos

energéticos, económicos y operacionales. Un modelo de gestión de agua contradictorio a la sostenibilidad que tanto se promueve desde su discurso político y que poco se refleja en la práctica.

De tal manera, se requiere de relaciones políticas y sociales entre los municipios que conforman la subcuenca Río de La Compañía e inclusive del apoyo de la Ciudad de México para determinar acuerdos colaborativos en materia de recursos hídricos que en principio garanticen la protección de una de las fuentes de provisión más grandes al oriente de la ciudad como lo es el reservorio acuífero Chalco-Amecameca y su subcuenca Río de la Compañía.

Si bien, las responsabilidades entre instituciones, organismos, dependencias, sectores y/o usuarios, plantea la relación de derechos y obligaciones entre actores a través de leyes, reglamentos y acuerdos legales. Al final, de poco sirven porque estás siendo limitadas en hacer valer la planeación colaborativa. Por lo cual, no hay que confundirse porque entre el discurso y la acción hay una gran brecha

En términos concretos se tiene la idea que la visión ecosistémica suele ser considerada por lo general una propuesta que tardaría mucho tiempo en desarrollar cambios profundos y a la participación colaborativa como una herramienta utópica por lo complejo que podrían llegar a desarrollar acuerdos. Motivo por el cual se sigue manteniendo la conservadora predominancia del paradigma hidráulico.

Sin embargo, hay que recordar que llevamos más de 50 años de la publicación de los “Límites del crecimiento” y 30 años de la Declaración de Dublín, en los cuales seguimos postergando los cambios al sistema hídrico de las ciudades y acrecentado los problemas hídricos en los territorios. Por más que se nos anticipe no logramos entender que la riqueza y desarrollo de cualquier región yace en la conservación de sus recursos naturales y no en la cantidad de ellos.

Sin duda poder llevar a cabo el avance de un modelo alternativo frente al paradigma dominante, conlleva alternativas equilibradas, atractivas y factibles para los gobiernos al grado de irlos convenciendo e insistiendo que los criterios de sustentabilidad implican una relación de crecimiento razonable, con límites bien

definidos según la capacidad ecosistémica y disponibilidad de contribuciones que brinde.

Por lo cual, para avanzar hacia mejores soluciones se necesita de enfoques multidimensionales que combinen el planteamiento ecológico, el enfoque socio ecosistémico, los principios de la gestión integrada y lo bueno del marco tecnológico de la hidráulica; a fin de enfrentar crisis de agua en las ciudades.

3.6 Alternativas al problema

Es claro que cada región tiene “una dinámica de desarrollo urbano con ciertas características comunes a muchas otras y posee interesantes peculiaridades en relación a la especificidad de cada territorio donde se asienta” (Bartorila, 2011). En el caso de la región Chalco-Amecameca la diferencia a otras regiones se da porque aún persisten atributos naturales que mantienen un grado de afectación bajo en la parte alta de cuenca, lo que ha permitido la funcionalidad de la dinámica hidrológica de la región.

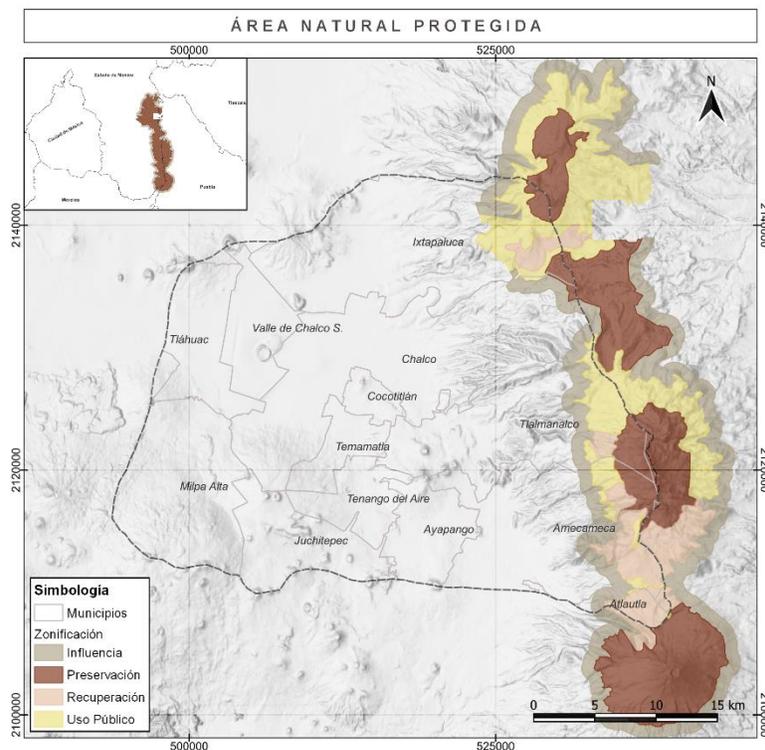


Figura 17. Zonificación del Área Natural Protegida Iztaccíhuatl – Popocatepetl. La ANP se distribuye a lo largo de 5 municipios y representa una zona relevancia para la dinámica hidrológica. Fuente: Elaboración propia con metadatos de INEGI (2020) y CONANP (2022).

Se puede decir que la presencia del Área Natural Protegida Iztaccíhuatl – Popocatepetl (figura 17) ha desarrollado una seguridad hídrica y sostenida para la Ciudad de México durante siglos. Sin embargo, las contribuciones hidrológicas que desempeña cada vez se ven reducidas por el crecimiento urbano acelerado en la parte media de la cuenca.

Por eso construir un pensamiento colectivo que ponga como elemento activo a la naturaleza a través de un carácter dialéctico, es precisamente, la forma más cumplida y cabal para el desarrollo de las ciudades modernas. Debo señalar que cuando hago alusión a las ciudades modernas me refiero a aquellas localidades que desarrollan el tránsito de lo rural a lo urbano y no a aquellas zonas que ya experimentan desafíos por la magnitud de su crecimiento.

De tal manera, la planeación de ciudades sostenibles debe concentrarse en localidades intermedias²⁷ ya que brindan aspectos más dinámicos por lo moldeables que suelen ser, estratégicos debido a su ubicación y porque su memoria colectiva de relación con la naturaleza es muy corta; lo cual permitiría incorporar nuevas posibilidades para la autoafirmación y el reforzamiento del enfoque ecológico. Dando la apertura a la consolidación de un modelo alternativo de desarrollo urbano que aplique la seguridad hídrica sostenible. “Aunque gran parte de este potencial permanece sin explotar e inexplorado” (Romero-Lankao & Gnatz, 2016)

A pesar de que hemos observado una tendencia de adaptaciones ecológicas en la planeación urbanística de las ciudades, a menudo se crean muchos más obstáculos que soluciones, ya que el grado de contaminación y consumo de recursos de las ciudades es muy elevado. En el caso de la Ciudad de México la disminución en el almacenamiento de los mantos acuíferos exagera cada vez más la competencia

²⁷ “Las ciudades intermedias son ciudades que están muy relacionadas y son conscientes de estar en la red amplia de otras ciudades y de sus territorios: las define su función, su posición y su doble capacidad de ser medio y de estar en medio” (Llop Torne, 2009).

por el agua. Por eso hasta la fecha la aplicación de tendencias ambientalistas en las ciudades no ha logrado dar resultado.

Llop Torne (2009) hace alusión a que los planes urbanísticos en las nuevas ciudades deben ser mucho más ajustados a las condiciones de su territorio y de su ambiente, pero sobre todo poniendo sobre la mesa el valor de los elementos ecológicos.

En consonancia a lo anterior Gudynas (2004) ya señalaba la necesidad de desarrollar **áreas ecológicas significativas**, “zonas delimitadas geográficamente que poseen atributos ecológicos de importancia tal que merecen ser objeto de medidas de conservación” (Bartorila, 2011) y que a la vez permiten asegurar los recursos necesarios en el ámbito urbano. De ahí que la determinación de áreas ecológicas significativas e incorporación dentro de los planes de desarrollo urbano de los municipios y alcaldías de la subcuenca Río de La Compañía en el planeamiento de su crecimiento, que bien permitan alcanzar en la práctica el equilibrio entre el entorno natural y urbano.

Entre otras opciones se sitúan las **Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN)** “acciones que se apoyan en los ecosistemas y los servicios que estos proporcionan, para responder a diversos desafíos de la sociedad” (Keesstra et al., 2018). Ante ello, conviene recordar que las antiguas sociedades habitantes de la Cuenca de México convergieron su desarrollo a través del diseño de sistemas ingenieriles que consideraban el estado hidrológico natural, logrando una permanencia equilibrada entre lo urbano y lo ecológico.

Con el antecedente anterior podemos decir que las SbN son parte de nuestra cultura prehispánica y en la actualidad pueden ser usadas en diferentes escalas y también en combinación con soluciones de tipo convencional como las utilizadas en ámbito hidráulico. Pero que, a diferencia de ellas “estas se distinguen por su multifuncionalidad y habilidad para conservar e incrementar el capital natural, aumentando la resiliencia y conectividad de la naturaleza” (Keesstra et al., 2018).

Por lo que se refiere a su uso Arauz & Marzo (2021) las clasifican en tres grandes grupos. El primero, las relacionadas con las masas forestales que están asociadas a las prácticas de renaturalización de zonas de degradadas y que bien pueden ser aplicadas en los municipios con programas de reforestación que impidan la extensión de las zonas urbanas.

En segundo grupo, mencionan las aplicadas en tierras agrícolas y pastizales con el desarrollo de cultivos de bajo impacto. Como vimos en el mapa de uso de suelo de la figura 9 la región Chalco-Amecameca se caracteriza por tener grandes extensiones de suelo agrícola. En este sentido, disminuir la agricultura de riego que se ha distinguido por ser la agricultura capitalista e incentivar la recuperación de la agricultura de temporal que ha sido y continúa siendo la agricultura de subsistencia, contribuiría a disminuir la extracción en los volúmenes de agua y a evitar el cambio de uso de suelo en aquellos lugares donde esta actividad primaria va en decaimiento.

Por último, en el tercer grupo mencionan las relacionadas con humedales y masas de agua, que se incluyen como todas aquellas tecnologías y prácticas que promueven la recuperación de las fuentes naturales de agua, así como la conservación de ecosistemas fluviales. En el caso de nuestra zona de estudio, vimos que las aguas del río Amecameca son severamente contaminadas a partir de la parte media de la cuenca.

Respecto a este último grupo podríamos aludir al uso de la **eco-hidrología**, un concepto reciente que brinda soluciones existentes en cuanto a las prácticas de gestión del agua; que considera a los procesos hidrológicos como la clave para salvaguardar la integralidad ecológica y representa una forma para afrontar los desafíos presentes y futuros en cuanto al manejo del agua.

Su aplicación implica una regulación dual de los ecosistemas mediante la cual: los procesos hidrológicos generalmente regulan los ecosistemas; donde la manipulación de los ecosistemas puede convertirse en un instrumento para la regulación de los procesos hidrológicos y, a su vez, ambas regulaciones se integran con dos infraestructuras hidráulico-técnicas para crear una nueva

ingeniería ecológica que permita alcanzar finalmente una gestión sustentable de los recursos hídricos y el mantenimiento de los servicios ambientales provistos por los ecosistemas (Martínez Valdés & Villalejo García, 2019).

Cabe señalar que unir la visión hidráulica y la perspectiva hidrológica implica el estudio del vínculo de relación de la dinámica del agua con el de las comunidades de la cuenca. Lo cual comprende el entendimiento de la fisiología del sistema hídrico, tal como desarrollo en el Capítulo 2 de esta investigación.

De lo cual se pueden identificar como potencialidades la recuperación de elementos claves en el ciclo hidrológico como son la recuperación del cauce contaminado del Río Amecameca para su aprovechamiento en la parte alta de la cuenca; el aumento de áreas de recarga en la parte de media cuenca a través del establecimiento de áreas ecológicamente significativas; y la aplicación de humedales en la parte baja como técnica de saneamiento.

Las mediadas anteriores deben estar acompañadas de estrategias con un diseño urbanístico que resalte los elementos ambientales de la naturaleza, que “funcionen para construir nuevos hitos hídricos” (Castro Reguera, 2022) y brinden beneficios importantes en términos de provisión, calidad acceso, disponibilidad, uso y disposición final del agua. En este sentido, Palomo et al. (2016) resalta que al incluir cada vez más estrategias de co-producción²⁸ que combinen los diversos aspectos de contenido natural con las de tipo urbano se propicia una resiliencia hídrica, beneficios socio ecológicos y una aplicación de la sustentabilidad.

Por lo anterior, “las Soluciones Basadas en la Naturaleza constituyen una solución rentable a largo plazo para mitigar y restaurar los territorios afectados por los procesos de degradación” (Keesstra et al., 2018). Sin embargo, es importante subrayar la necesidad del entendimiento de estas alternativas por parte de nuestros

²⁸ Palomo et al. (2016) señala que la co-producción se refiere a una producción conjunta de servicios, interacciones y dependencia entre los humanos y los sistemas ecológicos que resultan en servicios ecosistémicos. Un ejemplo de dichas relaciones entre humanos y la naturaleza se pueden notar en la fusión entre el enfoque hidráulico e hídrico que da como resultado opciones como Soluciones Basadas en la Naturaleza.

gobernantes y legisladores a fin de que la gestión del agua conlleve a acciones más precisas y a una nueva visión en su manejo por parte de los organismos operadores.

No obstante, hay que tener en cuenta lo mencionado por Arauz & Marzo (2021), que al final por la realidad económica del momento global actual es probable que los recursos y las capacidades de los gobiernos no se han las óptimas para llevarlas a cabo. Dejando como vía para lograrlo el compromiso la planeación colaborativa como instrumento para unir esfuerzos e involucrar a todos los actores.

Conclusiones

En esta emergencia ambiental las sociedades han padecido las diferentes manifestaciones naturales, relacionadas a los cambios provocados en los ecosistemas. En esta perspectiva, son los mecanismos económicos los que promueven la apropiación y transformación de la naturaleza intensificando los problemas del agua y poniendo en riesgo la subsistencia de la humanidad.

Como resultado a este mecanismo ideológico surge nuevos campos teóricos en la gestión del agua y alternativas en la acción política que se desmarcan de los paradigmas convencionales y conservacionistas contraponiendo nuevos enfoques al propósito de internalizar las externalidades ambientales sobre las necesidades económicas-urbanas.

Su propósito revalorizar a la sociedad, señalando que la naturaleza es el soporte de los procesos económicos. Haciendo que la forma de producción y las prácticas de uso, manejo y extracción de recursos sean vistas a través de una racionalidad basada en la teoría de la sostenibilidad. Un estilo de desarrollo que orienta un proceso de reapropiación social de la naturaleza, “que busca disminuir la degradación y daño ambiental, pero a la vez aumentar la productividad del sistema ecológico con la descentralización económica conservadora y recuperación de los procesos de producción para establecer un equilibrio” (Leff, 1998).

En este sentido, se busca revertir los efectos que causa la economía capitalista y resolver los problemas de la escasez de recursos básicos elementales (como el agua), a través de la desmaterialización, integrando un crecimiento económico

basado en la autogestión y aprovechamiento racional de la naturaleza, promoviendo una emancipación de los esquemas económicos globales para el desarrollo de comunidades autosuficientes regionalmente.

De modo que es necesario comenzar a desarrollar alternativas que mantengan la capacidad productiva del medio ecológico (principal abastecedor para la vida humana), en hacer entender a los políticos conservadores la importancia que tienen las contribuciones que nos brindan los ecosistemas, como una fuente más de valor de cambio.

Una especie de nuevos principios normativos que busquen darle su lugar a todas aquellas comunidades abastecedoras, localidades intermedias de las que dependen las ciudades. Consolidando así que la abundancia del agua permanezca en beneficio del lugar de donde es extraída y no para zonas alejadas que no la valoran ni la producen. Al final la relevancia de construir un conocimiento de manejo alterno es hacer entender que a partir de la naturaleza (fuente creadora de riqueza) se desenvuelve el desarrollo, ya que de ella depende la capacidad productiva.

En vista de lo abordado a lo largo de la investigación se pueden resumir varios aspectos. Entre ellos, se requiere reducir la dependencia a la extracción de agua subterránea que en su mayoría tiene la región Chalco-Amecameca. Si bien, se deben satisfacer las necesidades básicas y productivas, estas deben realizarse a través de medidas orientadas en el uso eficiente, racional y adecuado del agua dando prioridad a la protección de medio físico natural. A fin de continuar manteniendo las contribuciones hídricas de provisión de la naturaleza.

Por otra parte, al continuar formulando nuevas ideas orientadas hacia la relación y comprensión de la realidad en lo local, se permite plantea la enseñanza de nuevos esquemas en el manejo y uso del agua para de esta forma desprenderse del modelo hegemónico y dominante que mantiene el paradigma hidráulico en la ciudad; con la intención de ayudar a los propios organismos en la participación de nuevas formas de gestión del agua desde su contexto regional, con el fin de hacer más eficiente el manejo de este recurso.

Un aspecto importante para lograrlo es continuar con la actualización de la información de la zona. La cual debe realizarse con mayor frecuencia debido a los cambios errantes que sufre la dinámica hidrológica en la región. Como tal, la divulgación y comunicación de este tipo de estudios puede contribuir en la medida de lo posible a integrar un proceso de reflexión en los tomadores de decisiones para así desarrollar formas alternativas para combatir la escasez del agua.

Como se describió, esta investigación presento una aguda realidad de un sector que es severamente juzgado por la sociedad, el cual está mal gestionado y presenta severas problemáticas e incertidumbre por la ausencia de estructuras técnicas y administrativas bien definidas. Pero que si se aprovecha su experiencia de la forma correcta sería el sector clave y componente articulador para lograr la gobernanza del agua, así como para desenvolver una planeación colaborativa en la región.

Por lo anterior, se concluye que para el desarrollo de una gestión integrada de los recursos hídricos para la región Chalco-Amecameca se requiere comenzar a trabajar en un modelo urbano sostenible que impacte en aspectos sociodemográficos, económicos, tecnológicos-ecológicos e institucionales con propuestas que impacten directamente a los problemas identificados en esta región.

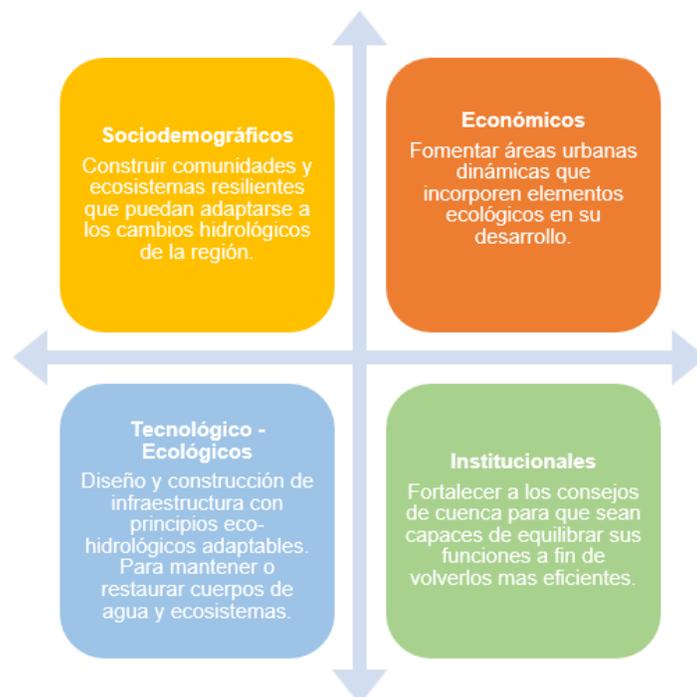


Figura 18. Modelo urbano-sostenible para la región Chalco-Amecameca. Este diagrama conceptual muestra cuatro componentes claves a trabajar en la gestión integrada del agua dentro del contexto abordado a lo largo de la investigación. Fuente: Elaboración propia con base a las componentes que dominan para lograr una seguridad hídrica urbana según (Romero-Lankao & Gnatz, 2016).

Para ello, se propone lo siguiente:

- Trabajar en una reforma para modificar la Metodología tarifaria actual de agua. En vista de que persiste un problema de desigualdad e inequidad en la distribución y extracción de las fuentes de provisión de agua entre los municipios de las partes altas y bajas de la subcuenca.
- Ciudadanizar los Consejos de Cuenca y órganos auxiliares a ellos; pero que no queden como puestos de carácter honorífico o de requisito en la ley. Se necesita financiamiento para sus gastos operativos.
- La creación de un mapeo de actores para apresurar procesos y acciones.
- Crear un Comité Técnico de Aguas Subterráneas (COTAS) el cual no existe en la región, que apoye a los organismos a elaborar estudios del estado del acuífero y a realizar el Programa de Devolución de Derechos (PRODDER) de agua ante CONAGUA.
- Facultar a los organismos de agua para multar y solicitar el trámite de estudios de calidad de agua a comercios, obras y actividades industriales con alto uso de agua. Lo cual permitirá nuevos ingresos económicos e información de monitoreo de la calidad de agua de la subcuenca que bien se podría compartir con el COTAS.
- Crear áreas ecológicas significativas delimitadas en las zonas aun no perturbadas o en riesgo de ser depredadas que poseen atributos ecológicos de importancia vital para los procesos hidrológicos.
- Desarrollar adaptaciones ecológicas en la planeación urbanística de los municipios en crecimiento. Dando la apertura a la consolidación de un modelo alternativo de desarrollo urbano que se vaya desvinculando de los paradigmas hidráulicos y permita el flujo de los procesos hídricos en el espacio urbano para tratar el agua como parte esencial en el desarrollo.

- Desarrollar prácticas de renaturalización de zonas degradadas. Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN). Utilizando el espacio público como un medio para propiciar los procesos del ciclo del agua, que son clave para salvaguardar la integridad ecológica y representa una forma para afrontar los desafíos presentes y futuros en cuanto al manejo del agua. Vincular el contexto natural y una reconexión con el agua.
- Replantear la coordinación y compromiso de los usuarios para que el agua sea percibida como un bien común y no como un recurso utilizando las áreas de cultura del agua. El día de hoy abrimos la llave sin enterarnos de los procesos intangibles que se necesitan para que esto suceda. No se trata solo de responsabilizar al ciudadano e imponer cambios de conducta. Sino de dar conocer un sentido de pertenencia y proceso de apropiación del territorio que impacte en su modo de vida y consolide una comunidad defensora de los beneficios y contribuciones que brinda el agua de su cuenca.

Sin embargo, es claro que el mayor impedimento para un mejoramiento a la situación es la ausencia de una mejora regulatoria a los servicios que desempeñan los organismos municipales de agua. La carencia en los mecanismos de evaluación de sus labores por parte de la CONAGUA hace que no puedan desarrollar estrategias concretas.

Ante la limitada información que se presenta de ellos por parte de la CONAGUA, la información recolectada en los cuestionarios y los indicadores presentados permiten sistematizar un análisis más detallado de la escasez de agua en la región. Una realidad más local, profunda y única que aporta al conocimiento regional de la subcuenca Río de La Compañía.

Finalmente, se puede concluir que esta investigación es un cuestionamiento al actual modelo de gestión de agua que busca abrir la posibilidad a replantear la coordinación y compromiso de varios sectores para un bien en común como los es el agua. Pero principalmente, para que la sociedad logre tomar participación y adaptabilidad al problema a través de un proceso de reflexión que le genera conocer su territorio.

Anexo 1. Cuestionario dirigido a los organismos operadores de agua el cual se puede visualizar en la siguiente liga: <https://forms.gle/5zoh9zJTD7aXNHU9A>



FECHA: ___/___/___

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: LA ESCASEZ DE AGUA EN LA REGIÓN CHALCO-AMECAMECA: UN ACERCAMIENTO DESDE LOS ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LA POLÍTICA PÚBLICA HÍDRICA HASTA LAS ACCIONES OPERACIONALES EN EL MANEJO DE AGUA

Este proyecto se realiza bajo el Programa Nacional Estratégico de Agua Conacyt (PRONACES). Este es un esfuerzo de investigación en torno a problemáticas nacionales concretas que, por su importancia y gravedad, requieren de una atención urgente y de una solución integral, profunda y amplia. PRONAII Ordenamiento y Planeación Unificados para la Sostenibilidad Integral del Territorio; y Sistema de Información Unificado sobre Agua y Cuencas en México.

La información que nos brinda es muy importante para el entendimiento en las operaciones en el manejo del agua de esta región. Le agradecemos su participación y el tiempo que se toma en responderlas. Este cuestionario está dividido en seis secciones y le tomará aproximadamente 25 minutos en responderlo.

Si tiene alguna duda sobre el llenado del formulario puede comunicarse con el coordinador del proyecto el Lic. Luis Ángel Morales Pérez al número celular 5534122120 o al correo angel.morales@ciencias.unam.mx.

I. DATOS GENERALES DEL ORGANISMO OPERADOR DE AGUA

- 1.1 Municipio en el que opera: _____
- 1.2 Población total del municipio: _____
- 1.3 Nombre del Organismo Operador de Agua: _____
- 1.4 Número del padrón de usuarios a los que atiende: _____
- 1.5 Considerando el número total del padrón de usuarios como 100 % señale el porcentaje de tomas de agua para:
VIVIENDAS ___ % COMERCIOS ___ % INDUSTRIA ___ %
- 1.8 ¿Cuáles son los servicios que realiza su dependencia?: _____
Abastecimiento () Desinfección () Alcantarillado () Tratamiento/Saneamiento ()
- 1.9 ¿Cuenta con instalaciones propias?: SI () NO ()
- 1.10 ¿Su organismo es descentralizado del municipio?: SI () NO ()
- 1.11 ¿Cuál es el número total de personal con el que dispone para las labores operacionales?: _____
- 1.12 ¿Cuál es el número total de personal con el que dispone para las labores administrativas?: _____
- 1.13 De total anterior ¿Qué porcentaje considera son especialistas en cada área?: _____ %
- 1.14 En su municipio ¿Cuenta con comunidades autónomas que administran su propia agua? Si su respuesta es SI señale cuantas son y el nombre ellas: _____

II. SOBRE EL SERVICIO DE ABASTECIMIENTO Y POTABILIZACIÓN DEL AGUA

- 2.1 ¿Cuál es la fuente natural de provisión de agua que usan?: _____
- 2.2 ¿Cuál es el Volumen de extracción de agua (m³/día) que realizan?: _____
- 2.3 ¿Tienen concesión por bloque de agua con la Comisión del Agua del Estado de México (CAEM)? Si su respuesta es SI indique a cuanto equivale: _____
- 2.4 Escriba cuál es el número de pozos con los que cuentan: _____
- 2.5 Del número total anterior ¿Cuántos de ellos se encuentran funcionando?: _____
- 2.6 En caso de que no tengan pozos, señale ¿Cuál es el medio o formas con el cual abastece de agua a sus usuarios?: _____
- 2.7 ¿Cuenta con Sistemas Captadores Elevados? Si su respuesta es SI ¿Cuántos de ellos se encuentran funcionando?: _____
- 2.8 Con base en las dimensiones poblacionales y espaciales de su municipio. Señale el porcentaje (%) de cobertura total de la Red de Abastecimiento: _____
- 2.9 ¿Cuántos años de antigüedad tiene la Red de Abastecimiento?: _____
- 2.10 ¿Tiene sectorizada la Red de Abastecimiento?: SI () NO ()
- 2.11 ¿Cuántos kilómetros tiene su Red de Abastecimiento?: _____
- 2.12 ¿Hacen monitoreo de presión y flujo de agua en las tuberías de dicha red?: SI () NO ()
- 2.13 Mencione los tipos de materiales de la infraestructura con los que cuenta su red de abastecimiento: _____
- 2.14 ¿Cuál es número total de solicitudes anuales que reciben en fugas?: _____
- 2.15 Del 100% de agua que abastece ¿Qué porcentaje considera se pierde en fugas en la red?: _____
- 2.16 ¿Con qué frecuencia realiza labores de mantenimiento a sus pozos?: _____
- 2.17 ¿Con qué frecuencia realizan labores de mantenimiento a la red de abastecimiento?: _____

Aviso de Privacidad. Por este medio declaro que tengo conocimiento de que la información y que estos datos forman parte del material probatorio que acredita el cumplimiento de metas convenidas para el proyecto de investigación "LA ESCASEZ DE AGUA EN LA REGIÓN CHALCO-AMECAMECA: UN ACERCAMIENTO DESDE LOS ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LA POLÍTICA PÚBLICA HÍDRICA HASTA LAS ACCIONES OPERACIONALES EN EL MANEJO DE AGUA". Toda la información que nos proporciones para el estudio será de carácter estrictamente confidencial, y sólo será utilizada con fines del proyecto, por lo que no estará disponible para ningún otro propósito

- 2.18 ¿Cuál es el consumo de energía eléctrica (kWh) para extracción y distribución?: _____
- 2.19 ¿Cuál es el proceso de desinfección que realizan para la potabilización del agua?: _____
- 2.20 ¿Hacen monitoreo de la calidad del agua que suministran a sus usuarios? Si su respuesta es SI, mencione con que método y con qué periodo: _____

III. SOBRE EL SERVICIO DE ALCANTARILLADO

- 3.1 ¿Hacia dónde evacuan sus aguas residuales?:
 Río Amecameca () Río de La Compañía () Drenaje Profundo () Otro ()
- 3.2 ¿Cuál es el volumen de descarga (m³/día) de agua residuales que genera el municipio?: _____
- 3.3 Con base en las dimensiones poblacionales y espaciales de su municipio. Señale el porcentaje (%) de cobertura total de su Red de Alcantarillado: _____
- 3.4 ¿Cuántos años de antigüedad tiene la Red de Alcantarillado del municipio?: _____
- 3.5 Mencione los tipos de materiales de la infraestructura con los que está compuesta su red de alcantarillado: _____
- 3.6 ¿Cuál es número total de solicitudes anuales que reciben por quejas en la red de alcantarillado?: _____
- 3.7 ¿Cada cuándo atienden reparaciones a la red de alcantarillado?: _____
- 3.8 ¿Realizan bombeo para desalojar sus aguas residuales?: SI () NO ()
- 3.9 ¿Cantidad de lumbreras con las que cuentan?: _____
- 3.10 ¿Cantidad de cárcamos con los que cuentan?: _____
- 3.11 Número de unidades de limpieza tipo Vactor / Vac-Con: _____
- 3.12 ¿Cuál es el consumo de energía eléctrica (kWh) para el desalojo de agua?: _____

IV. SOBRE EL SANEAMIENTO Y TRATAMIENTO DE AGUA

- 4.1 ¿Cuántas plantas de tratamiento de agua tienen?: _____
- 4.2 ¿Cuántas de ellas se encuentran en funcionamiento?: _____
- 4.3 ¿Cuál es la cantidad de agua tratada (m³/día) que realizan?: _____
- 4.4 ¿Solicitan a comercios-industrias estudios de contaminantes de sus descargas de sus aguas residuales? SI () NO ()
- 4.5 En caso de que su respuesta anterior sea SI. ¿Qué tipo de estudios solicitan?: _____
- 4.6 ¿Cuál es el consumo de energía eléctrica (kWh) para el tratamiento de agua?: _____

V. SOBRE LOS GASTOS Y COSTOS DE OPERACIÓN

- 5.1 ¿A cuánto equivale su presupuesto anual?: _____
- 5.2 Indique cómo se conforma su presupuesto anual: Recaudación por pago de agua () Programas de apoyo Federal () Programas de apoyo Estatal () Presupuesto Municipal () Otro ()
- 5.3 ¿Cuál es el pago que realizan por la concesión (CONAGUA) o bloque de agua (CAEM)?:
- 5.4 ¿Cuál es el volumen de extracción de agua (m³/año) que se le otorga a través de la concesión (CONAGUA) o bloque de agua (CAEM)?:
- 5.5 ¿Utilizan medidores de agua para efectuar el cobro de agua?: SI () NO ()
- 5.6 ¿Cuál es cobro anual de agua que realizan al usuario?: _____
- 5.7 ¿En qué basan su metodología para el cobro de agua?: _____
- 5.8 Considerando el total de su presupuesto anual. Selecciona el porcentaje de pagos-costos administrativos y operacionales en las siguientes casillas. Considere que la suma sea del 100%

Conceptos	0%	5%	10%	15%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%
1. Pago de concesión												
2. Pago a administrativos												
3. Pago por bienes y servicios												
4. Pago de electricidad												
5. Sistema de desinfección												
6. Reparación de fugas												
7. Reparación de la red de alcantarillado												

Aviso de Privacidad. Por este medio declaro que tengo conocimiento de que la información y que estos datos forman parte del material probatorio que acredita el cumplimiento de metas convenidas para el proyecto de investigación "LA ESCASEZ DE AGUA EN LA REGIÓN CHALCO-AMECAMECA: UN ACERCAMIENTO DESDE LOS ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LA POLÍTICA PÚBLICA HÍDRICA HASTA LAS ACCIONES OPERACIONALES EN EL MANEJO DE AGUA.". Toda la información que nos proporciones para el estudio será de carácter estrictamente confidencial, y sólo será utilizada con fines del proyecto, por lo que no estará disponible para ningún otro propósito

VI. SOBRE EL CONOCIMIENTO EN MATERIA DE AGUA Y LA REGIÓN

- 6.1 ¿Bajo qué leyes y/o reglamentos en materia de agua se rige su organismo?: _____
- 6.2 ¿Conoce que es el PRODDER?: SI () NO ()
- 6.3 ¿Quién regula su trabajo?: _____
- 6.4 ¿Conoce al representante municipal del consejo consultivo de su organismo de cuenca?: SI () NO ()
- 6.5 ¿Tiene alguna representación en el consejo de cuenca de la región?: SI () NO ()
- 6.6 Ha implementado alguna estrategia de los Objetivos de Desarrollo Sostenible No. 6 Agua y Saneamiento: _____
- 6.7 Conoce acerca del ANEAS A.C.: SI () NO ()
- 6.8 ¿Tiene área de cultura del agua?: SI () NO ()
- 6.9 ¿Incluye a la población en la toma de decisiones?
Si su respuesta es SI mencione de qué manera lo hace: _____
- 6.10 ¿Qué sabe de los sistemas hídricos urbanos?: _____
- 6.11 ¿Conoce acerca de los servicios ecosistémicos / ambientales en materia de agua? Si su respuesta es SI, mencione algunos de los que se dan en su municipio: _____
- 6.12 ¿Invierten en acciones de conservación del ecosistema o medio natural?: _____
- 6.13 ¿Tiene algún proyecto ya elaborado del cual quisiera obtener algún apoyo económico o científico para llevarlo a cabo?
Si su respuesta es SI, redacte una breve explicación y mencione el tipo de apoyo requerido: _____
- 6.14 Por último ¿A QUÉ CREE QUE SE DEBA LA CRISIS HÍDRICA DEL AGUA EN LA CUENCA Y ACUÍFERO DE LA REGIÓN?: _____

Para llevar a cabo una vinculación y resultados del proyecto llené lo siguiente para que se le envié la información:

Nombre del contacto: _____

Número de teléfono: _____

Correo: _____

NOMBRE, FIRMA Y SELLO DEL ENTREVISTADO	NOMBRE Y FIRMA DEL ESTUDIANTE

Agradecemos de nuevo tu participación y contribución a este proyecto. Si tienes alguna duda y/o comentario escríbelo:

Aviso de Privacidad. Por este medio declaro que tengo conocimiento de que la información y que estos datos forman parte del material probatorio que acredita el cumplimiento de metas convenidas para el proyecto de investigación "LA ESCASEZ DE AGUA EN LA REGIÓN CHALCO-AMECAMECA: UN ACERCAMIENTO DESDE LOS ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LA POLÍTICA PÚBLICA HÍDRICA HASTA LAS ACCIONES OPERACIONALES EN EL MANEJO DE AGUA.". Toda la información que nos proporcionen para el estudio será de carácter estrictamente confidencial, y sólo será utilizada con fines del proyecto, por lo que no estará disponible para ningún otro propósito

Anexo 2. Oficio de invitación para divulgación del cuestionario:



M. I. VÍCTOR JAVIER BOURGUETT ORTIZ
DIRECTOR GENERAL DEL ORGANISMO DE CUENCA DEL VALLE DE MÉXICO
DE LA COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA (CONAGUA)



PRESENTE:

Por medio de la presente reciban un cordial saludo y al mismo tiempo quiero pedir de la manera más respetuosa su colaboración para el desarrollo de mi investigación de Maestría titulada: ACCIONES OPERACIONALES EN EL MANEJO DEL AGUA EN LA REGIÓN CHALCO-AMECAMECA. LA ESCASEZ DE AGUA DESDE LOS ASPECTOS ESTRUCTURALES DE LA POLÍTICA HÍDRICA NACIONAL, la cual cumple con el objetivo del Programa Nacional Estratégico (PRONACES) de Agua CONACYT.

La investigación, tiene como objetivo brindar herramientas de información para el proceso de decisiones de los organismos operadores locales de la Subcuenca Río de La Compañía. El propósito, que dichas entidades conozcan las necesidades administrativas, técnicas, operativas con las que se desenvuelven; pero principalmente para que contemplen en sus acciones los cambios en el sistema hidrológico que sufre la región, con la intención de focalizar esfuerzos y trabajar en soluciones integrales.

Ante ello, reconozco el esfuerzo, vinculación y comunicación que tienen con los organismos de agua de la región oriente. Por lo que, conociendo su gran labor en materia administrativa y de gestión me gustaría puedan apoyarme para hacer llegar un formulario de Google Forms a 11 de los organismos operadores de la región oriente (se agrega anexo y se especifican municipios) para así alimentar de datos la herramienta de consulta que se pretende realizar. Cabe señalar que el acercamiento a ellos no tiene prejuicios, políticos, sociales o económicos en el entendido de que el PRONACES CONACYT pide desarrollar investigación que puedan mejorar el trabajo de los sectores estudiados.

Así mismo, contemple que tendrán el acceso a dicha información de primera mano y que también puede contar con el apoyo de Programa de Maestría en Urbanismo para cualquier asunto de colaboración que requiera.

Sin más por el momento y agradeciendo su atención, quedo a su respuesta.

Atentamente

"POR MI RAZA HABLARÁ EL ESPÍRITU"
Ciudad Universitaria, Cd. Mx. a 26 de abril de 2022

LIC. LUIS ÁNGEL MORALES PÉREZ
Estudiante del Programa de Maestría en Urbanismo
Facultad de Arquitectura, UNAM



2 copias simple

C.c.p.- Dr. Juan Cesar Luna Bahena. -Director de Agua Potable, Drenaje y Saneamiento
C.c.p.- Mtro. Luis Carlos Herrera Hernández. -Jefe de Proyectos

Anexo 3.

Municipio	Población total 2020	Total de viviendas 2020	Número de unidades económicas DESHUE 2020	Número de concesiones REPDA 2020	VOL.EXTRA	Viviendas particulares habitadas que disponen de agua entubada en el ámbito de la vivienda	VPH_AEASP	VPH_TINACO	Viviendas particulares habitadas que disponen de cisterna o ajiote	VPH_EXCSA	Viviendas particulares habitadas que disponen de letrina (gozo u hoyo)	Viviendas particulares habitadas que disponen de drenaje
Amecameca	53,441	15,555	2,736	7	3,633,484.0	13,270	13,031	11,411	2,477	12,879	470	13,186
Atlix	31,900	9,831	-	8	2,592,646.8	6,907	6,539	5,902	2,503	6,784	556	7,160
Avilaquero	10,653	3,230	197	2	23,000.0	2,533	2,446	2,220	796	2,503	81	2,557
Cocotlán	15,107	4,886	549	9	227,890.0	3,576	2,984	3,225	612	3,756	98	3,851
Chalco	400,057	137,236	16,916	85	36,929,074.1	96,336	75,624	65,920	28,203	101,745	2,012	101,938
Itzapalca	542,211	176,264	20,976	74	39,914,777.6	143,849	117,443	109,527	39,340	144,463	1,895	145,413
Juchitpec	27,116	7,597	886	5	46,659.1	6,717	6,532	5,394	3,731	6,611	217	6,737
Milpa Alta	152,865	39,101	5,138	4	68,137,846.0	34,923	31,655	33,923	8,564	37,866	817	38,425
Tenamtlala	14,130	4,542	395	12	9,859,860.0	3,433	2,828	3,131	1,047	3,619	87	3,615
Tenango del Aire	11,359	3,447	468	7	5,127,981.3	2,828	2,789	2,350	943	2,824	24	2,837
Tlahuac	392,313	106,964	8,981	9	68,449,903.0	104,372.0	100,130	89,039	48,693	105,859	568	106,400
Tlaxmarlaco	48,196	15,481	1,927	7	2,110,000.0	12,759	11,928	10,259	2,598	12,820	118	12,725
V. Chalco Solidaridad	391,731	111,077	16,652	8	37,867,876.6	102,276	99,193	76,371	51,295	103,427	457	103,125
TOTAL	2,091,299	635,011	77,839	237	275,110,883.5	533,361	473,022	418,672	190,802	544,568	7,400	547,979

Tabla de datos. Información utilizada en el análisis multivariante con coordenadas paralelas. Fuente: INEGI (2020) y REPDA (2021).

Referencias

- Aboites Aguilar, L., Jiménez Cisneros, B., & Torregrosa y Armentia, M. L. (2010). *El agua En México: Causas y Encauses* (Academia Mexicana de Ciencias (ed.); Primera Ed).
- Alvarado, J., Siqueiros-García, J. M., Ramos-Fernández, G., García-Meneses, P. M., & Mazari-Hiriart, M. (2022). Barriers and bridges on water management in rural Mexico: from water-quality monitoring to water management at the community level. *Environmental Monitoring and Assessment*, 194(12). <https://doi.org/10.1007/s10661-022-10616-5>
- Andrade Pérez, Á. (2004). Lineamientos para la aplicación del enfoque ecosistémico a la Gestión Integral del Recurso Hídrico. En *Serie Manuales de Educación y Capacitación Ambiental-PNUMA* (Vol. 1, Número 8).
- Arauz, C., & Marzo, M. (2021). Las Soluciones basadas en la Naturaleza como herramienta para mitigar el cambio climático. *Ambienta*, 127, 24–31. <https://www.icerda.org/wp-content/uploads/2021/03/127-ARTICULO-SbN-MITIGAR-CAMBIO-CLIMATICO.pdf>
- Araya Alpizar, C. (2011). Análisis de datos multivariantes con coordenadas paralelas. *Pensamiento Actual*, 11(16), 81–91. <http://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/10454>
- Arellano Aguilar, O. (2017). El quinto lago de la cuenca de México. *CIENCIAS Facultad de Ciencias*, 24–26.
- Auditoría Superior de la Federación. (2020). *Evaluación número 1371-DS "Evaluación de la política hídrica nacional"*. http://informe.asf.gob.mx/Documentos/Auditorias/2019_1371_a.pdf
- Bartorila, M. A. (2011). De las áreas ecológicas significativas al Plan de Ordenamiento Territorial de Montevideo A study of the significant ecological areas of the Montevideo Territorial. *Revista Electrónica Nova Scientia*.
- Becerril, H., López, R., & Guzmán, L. A. (2020). Planeación colaborativa para gestionar recursos hídricos: una propuesta metodológica basada en la teoría del actor-red. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 8(22). <https://doi.org/10.22201/enesl.20078064e.2020.22.76412>
- Beltrán Reyna, N. (2019). Propuesta metodológica para estudiar los sistemas de información en los organismos operadores de agua potable. En México Universidad Nacional Autónoma de & Sociales Instituto de Investigaciones (Eds.), *El estudio del agua en México. Nuevas perspectivas teórico-metodológicas* (pp. 117–150).
- Birkle, P., Torres Rodríguez, V., & González Partida, E. (2002). The water balance for the Basin of the Valley of Mexico and implications for future water consumption. *Hydrogeology Journal* 1998 6:4, 6(4), 500–517. <https://doi.org/10.1007/S100400050171>
- Butler, D., Ward, S., Sweetapple, C., Astaraie-Imani, M., Diao, K., Farmani, R., & Fu, G. (2017). Reliable, resilient and sustainable water management: the Safe & SuRe approach. *Global Challenges*, 1(1), 63–77. <https://doi.org/10.1002/gch2.1010>
- Camacho, H., & Casados, J. (2017). Regulación de los servicios de agua potable y saneamiento en México. En Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (Ed.), *SEMARNAT* (Primera Ed).
- LEY DE AGUAS NACIONALES*, (1992) (testimony of CÁMARA DE DIPUTADOS DEL H. CONGRESO DE LA UNIÓN).
- Carabias, J., & Landa, R. (2005). Agua, medio ambiente y sociedad. hacia la gestión integral de los recursos hídricos en México. En *UNAM/ Colegio de México/ Fundación Gonzalo Río Arronte*. <http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=SIBE01.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=0>

29547%5Cnhttp://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=SIBE01.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mf=029478

- Carrera Hernández, J. J., & Gaskin, S. J. (2008). Spatio-temporal analysis of potential aquifer recharge: Application to the Basin of Mexico. *Journal of Hydrology*, 353(3–4), 228–246. <https://doi.org/10.1016/J.JHYDROL.2008.02.012>
- Castro Reguera, L. (2022, octubre). *Ciudades de agua - Taller Capital*. <https://arquine.com/obra/ciudades-de-agua/>
- CONAGUA. (2021). *Sistema Nacional de Información del Agua | SINA*. <http://sina.conagua.gob.mx/sina/>
- Cortés Landázury, R. H., Riascos López, P. A., & Idrobo Salazar, W. A. (2019). ¿Descentralización o gobernanza? El agua, la institucionalización y la política en la cuenca alta del Río Cauca, Colombia. *Estudios Políticos (Medellín)*, 55, 205–223. <https://doi.org/10.17533/udea.espo.n55a10>
- Cotler Ávalos, H. (2020). La sustentabilidad del agua : entre la integridad y la gobernanza de las cuencas. *Estudios Críticos De La Sociedad*, 93, 41, 55. <https://argumentos.xoc.uam.mx/index.php/argumentos/article/view/1131>
- Davis, M. (2006). *Planeta de ciudades miseria*. (S. A. Ediciones Akal (ed.)).
- Delgado Ramos, G. C. (2015). Metabolismo Urbano Y Ecología Política Del Agua En El Valle De México. *Journal of Political Ecology*, 22, 103–136.
- Díaz, S., Pascual, U., Stenseke, M., Martín-López, B., Watson, R. T., Molnár, Z., Hill, R., Chan, K. M. A., Baste, I. A., Brauman, K. A., Polasky, S., Church, A., Lonsdale, M., Larigauderie, A., Leadley, P. W., Van Oudenhoven, A. P. E., Van Der Plaaf, F., Schröter, M., Lavorel, S., ... Shirayama, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people: Recognizing culture, and diverse sources of knowledge, can improve assessments. *Science*, 359(6373), 270–272. <https://doi.org/10.1126/science.aap8826>
- Elena, M., & López, M. (s/f). *La relación sociedad- naturaleza*.
- Foros Estatales. (2021). *RUMBO A LA CONSTRUCCIÓN DE UNA NUEVA LEY GENERAL DE AGUAS*.
- Gallopín, G. (1986). Ecología y Ambiente. En Siglo XXI (Ed.), *Los Problemas del Conocimiento y la Perspectiva Ambiental del Desarrollo*. (Primera, Número January 1986, pp. 126–172). https://www.researchgate.net/publication/48212492_Los_problemas_del_conocimiento_y_la_perspectiva_ambiental_del_desarrollo
- Gaspari, F. J., Rodríguez Vagaría, A. M., & E., S. G. (2013). *Elementos metodológicos para el manejo de cuencas hidrográficas Libros de Cátedra*. https://www.researchgate.net/publication/346250745_Elementos_metodologicos_para_el_manejo_de_cuencas_hidrograficas/related
- González Villarreal, F. J., Vázquez Herrera, E., Aguilar Amilpa, E., & Arriaga Medina, J. A. (2022). *Perspectivas del agua en México propuestas hacia la seguridad hídrica* (Centro Regional de Seguridad Hídrica UNESCO (ed.); Agua Capit).
- Grey, D., & Sadoff, C. W. (2007). Sink or Swim? Water security for growth and development. *Water Policy*, 9(6), 545–571. <https://doi.org/10.2166/WP.2007.021>
- Gudynas, E. (2004). *Ecología, Economía y Ética del Desarrollo Sostenible* (Quinta). https://digitalrepository.unm.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1133&context=abya_yala
- Harvey, D. (1975). Urbanismo y Desigualdad Social. En Siglo XXI (Ed.), *Geographical Review*

(Primera Ed, Vol. 65, Número 3). <https://doi.org/10.2307/213551>

Hernández Cruz, H. (2011). Tres dimensiones para el análisis de la Política Pública del Agua. En Facultad de Estudios Superiores Acatlán UNAM (Ed.), *Las Políticas Públicas del Agua en la Región Poniente de la ZMVM*. (pp. 103–115).

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2022). <https://www.inegi.org.mx/>

IPCC. (2018). *Los gobiernos aprueban el Resumen para responsables de políticas del Informe especial del IPCC sobre el calentamiento global de 1,5 °C*.
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/11/pr_181008_P48_spm_es.pdf

Keesstra, S., Nunes, J., Novara, A., Finger, D., Avelar, D., Kalantari, Z., & Cerdà, A. (2018). The superior effect of nature based solutions in land management for enhancing ecosystem services. *Science of the Total Environment*, 610–611, 997–1009.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.077>

Kılıç, Z. (2020). The importance of water and conscious use of water. *International Journal of Hydrology*, 4(5), 239–241. <https://doi.org/10.15406/ijh.2020.04.00250>

Laboratorio Nacional de Ciencias de la Sostenibilidad. (s/f). *Sistema socio-ecológico*. Recuperado el 12 de septiembre de 2022, de <https://lancis.ecologia.unam.mx/tag/sistema-socio-ecologico.html>

Lacombe, B., Rogelio, M., & Juárez, J. M. (1992). *POLVO Y LODO Chalco* (CCE ORSTOM (Ed.); Primera Ed).

Lefebvre, H. (1974). La producción del espacio. *Papers. Revista de Sociología*, 3, 219.
<https://doi.org/10.5565/rev/papers/v3n0.880>

Leff, E. (1998). Saber ambiental: sustentabilidad, racionalidad, complejidad, poder. En PNUMA (Ed.), *Siglo XXI* (Primera).

Legorreta, J. (2006). *EL AGUA Y LA CIUDAD DE MÉXICO. De Tenochtitlán a la megalópolis del siglo XXI*. (Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco (Ed.); Primera Ed).

Llop Torne, J. M. (2009). *El papel de las ciudades intermedias en el nuevo escenario*.
<https://www.guillermotella.com/articulos/ciudades-intermedias-dialogos-con-josep-maria-llop/>

Martínez-Austria, P. F. (2013). Los retos de la seguridad hídrica. *Tecnología y ciencias del agua*, 4(5), 165–180. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-24222013000500011&lng=es&nrm=iso&tlng=es

Martínez Valdés, Y., & Villalejo García, V. M. (2019). Ecohidrología-Ecohidráulica: claves para la gestión integrada de los recursos hídricos. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 40 (2)(2), 95–109. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382019000200095

Mazari Hiriart, M., & Noyola Robles, A. (2019). La problemática del agua en México. En Universidad Nacional Autónoma de México (Ed.), *Crisis Ambiental en México* (Primera, pp. 27–52).

Millennium Ecosystem Assessment. (2005). Ecosystems WETLANDS WELL-BEING: AND HUMAN AND WATER. *World Resources Institute*, 5(1), 67.
<https://doi.org/10.1080/17518253.2011.584217>

Montes de Oca Malváez, J. (2011). Análisis de Policy en la Cobertura de Agua Municipal. En Facultad de Estudios Superiores Acatlán UNAM (Ed.), *Las Políticas Públicas del Agua en la Región Poniente de la ZMVM*. (Primera, pp. 89–101).

Morales Pérez, L. Á. (2018). *ESTUDIO HIDROGEOLOGICO DE LA SUBCUENCA CHALCO-AMECAMECA*. (Tesis de Licenciatura). (p. 92).

- Moreno Pérez, O. E. (2008). *Desarrollo económico y urbanización en el oriente de la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, 1980-2010*. 252.
- Noyola, R. J. (2001). *Historias para ser contadas a los recién llegados*. (Dirección de Comunicación Social. Gobierno municipal de Valle de Chalco Solidaridad. (Ed.)).
- Ortega Guerrero, M. A., Carrillo Rivera, J. J., Cardona, A., & Hatch Kuri, G. (2016). Conflictos por el agua subterránea. En Universidad Nacional Autónoma de México (Ed.), *Geografía de México. Una reflexión espacial contemporánea* (Tomo I, Número July, pp. 151–166).
<http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Conflictos+por+el+Agua+en+Chile#5%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Conflictos+por+el+agua+en+Chile#5>
- Osorno, D. E. (2022, junio). *Aguas regias turbias*. Pálido punto de luz.
<https://palido.deluz.com.mx/antiores/numero-143/143-la-clase/601-143-educacion-ambiental/1014-aguas-regias-turbias>
- Pablo Nicolas, S. H. (2011). *EL PROCESO DE REGULARIZACIÓN DE LA TENENCIA DE LA TIERRA. CASO DE ESTUDIO: VALLE DE CHALCO SOLIDARIDAD 2000 - 2010*. Tesis de Licenciatura.
- Pablo Nicolas, S. H. (2018). *TRANSFORMACIÓN DE LA ESTRUCTURA URBANA Y TERRITORIAL E INFRAESTRUCTURA VIAL REGIONAL: LA AMPLIACIÓN DE LA AUTOPISTA MÉXICO – PUEBLA EN VALLE DE CHALCO*. UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN URBANISMO FACULTAD DE ARQUITECTURA “TRANSFORMACIÓN.
- Palomo, I., Felipe-Lucia, M. R., Bennett, E. M., Martín-López, B., & Pascual, U. (2016). Disentangling the Pathways and Effects of Ecosystem Service Co-Production. En *Advances in Ecological Research* (1a ed., Vol. 54). Elsevier Ltd.
<https://doi.org/10.1016/bs.aecr.2015.09.003>
- Perló Cohen, M., & Zamora Saenz, I. (2019). Introducción. En Instituto de Investigaciones Sociales & Universidad Nacional Autónoma de México (Eds.), *El estudio del agua en México. Nuevas perspectivas teórico-metodológicas* (Primera Ed, pp. 7–22).
- Perló, M., & Castro Reguera, L. (2018). Estudio Introductorio. En Siglo XXI (Ed.), *La crisis del agua y la metrópoli: Alternativas para la zona Metropolitana del Valle de México* (Primera, pp. 15–57).
- Programa Hidrológico Intergubernamental (PHI) UNESCO. (2022). *Hidrología (PHI)*.
<https://es.unesco.org/themes/garantizar-suministro-agua/hidrologia>
- Romero-Lankao, P., & Gnatz, D. M. (2016). Conceptualizing urban water security in an urbanizing world. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 21, 45–51.
<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2016.11.002>
- Sauvé, L. (2002). Educación ambiental: posibilidades y limitaciones. *Boletín internacional de la Unesco de educación científica, tecnológica y ambiental*, XXVII, 1–24.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001462/146295s.pdf>
- Servicio Meteorológico Nacional. (2020). <https://smn.conagua.gob.mx/es/>
- Talledos Sánchez, E., Álvarez Becerril, B., Hatch Kuri, G., Rodríguez Sánchez, A., & Velázquez Zapata, J. A. (2020). *Captura política, grandes concentraciones y control de agua en México: Informe agua*. (Universidad Nacional Autónoma de México & OXFAM México (Eds.); Primera).
http://ru.atheneadigital.filos.unam.mx/jspui/handle/FFYL_UNAM/2533
- Tejado Gallegos, M. (2022). *La regualción de la fracturación hidráulica en México. Sus impactos sociales y ambientales* (Instituto de Investigaciones Jurídicas & Universidad Nacional

Autónoma de México (Eds.)).

Toledo, V. M. (2013). El metabolismo social: una nueva teoría socioecológica. *Relaciones Estudios de Historia y Sociedad*, 34(136), 41–71. <https://doi.org/10.24901/rehs.v34i136.163>

Torregrosa, M. L. (2017). *El conflicto del agua. Política, gestión, resitencia y demanda social* (Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales México (FLACSO) (Ed.)).

Torres Bernardino, L. (2019). La idea de régimen en los conflictos por el agua en México. En Instituto de Investigaciones Sociales & Universidad Nacional Autónoma de México (Eds.), *El estudio del agua en México. Nuevas perspectivas teórico-metodológicas* (Primera Ed, pp. 237–266).

Universidad Autónoma Metropolitana. (2011). *Plan Hídrico de las subcuencas Amecameca, la compañía y Tláhuac-Xico*. <http://controlatugobierno.com/archivos/2014/planhidrico.pdf>

World Resources Institute. (s/f). *Agua | WRI Mexico*. Recuperado el 13 de septiembre de 2022, de <https://wrimexico.org/our-work/topics/water>