



**CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DE ESTUDIOS
AVANZADOS DEL INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
UNIDAD ZACATENCO**

**PROGRAMA DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y
TECNOLÓGICO PARA LA SOCIEDAD**

**“Científicos y políticas públicas en la gestión del
agua: un análisis institucional en la Ciudad de
México 2004-2018”**

**TESIS
Que presenta**

Diana Tapia Pacheco

Para obtener el grado de

DOCTORA EN CIENCIAS

**EN DESARROLLO CIENTÍFICO Y TECNOLÓGICO
PARA LA SOCIEDAD**

**Directores de Tesis: Dr. Miguel Ángel Pérez Angón
Dra. Laura Liliana Villa Vázquez**

México, Ciudad de México

ENERO 2021

Agradecimientos al CONACYT

Extiendo mi agradecimiento al Consejo Nacional de Ciencias y Tecnología (CONACYT) por otorgarme una beca para realizar mis estudios de Doctorado y también agradezco al proyecto de ciencia básica A1S9013.

Agradecimientos

El logro de este proyecto tiene que ver con las acciones generosas, creativas y de apoyo de muchas personas que directa o indirectamente colaboraron y a las que agradezco su presencia.

Agradezco a mis directores de tesis por su guía y enseñanza constantes. Su experiencia, dedicación y confianza me han ayudado a aprender, ampliar la mente y adquirir nuevas habilidades.

Agradezco a mi comité de tesis por su retroalimentación, experiencia invaluable y consejos que me ayudan a aprender y abrirme a otras perspectivas

Agradezco a todos los que hacen posible este doctorado que tiene mucho que aportar a la sociedad. Gracias a todos los profesores y al personal administrativo en especial a Sonia, Claudia, Miguel.

Agradezco a mis compañeros de doctorado y en especial a mis amigas Xóchitl y Yara por compartir creatividad, compañerismo, colaboración, alegría y cariño.

Agradezco a todos mis seres queridos por su presencia, cariño y apoyo. En especial a Iván por la inspiración creativa, presencia y cariño.

Agradezco a la naturaleza por todas sus maravillas y por incentivar mi curiosidad.

Contenido

Resumen.....	5
Abstract.....	6
Capítulo 1. Introducción.....	7
1.1 Justificación.....	7
1.2 Objetivos.....	9
1.3 Preguntas de investigación e hipótesis.....	10
1.4 Metodología.....	11
Capítulo 2. Problemática del agua potable en la Ciudad de México.....	13
2.1 Escasez, importación de agua y gestión no sostenible.....	13
2.2 Inequidad social en el acceso al agua potable.....	19
2.3 Calidad del agua fresca y potable.....	22
2.4 Cultura del agua.....	29
Capítulo 3. Comunidades científicas en la investigación del agua potable de la Ciudad de México.....	31
3.1 Antecedentes.....	31
3.2 Metodología.....	33
3.3 Resultados y discusión.....	35
3.3.1 Instituciones y colaboración intersectorial.....	36
3.3.2 Autores.....	40
3.3.3 Análisis de redes interinstitucionales.....	44
3.3.4 Análisis de redes de coautoría.....	46
3.3.5 Temas de investigación.....	52
3.3.6 Análisis de citas.....	54
3.4 Apéndice: lista de acrónimos y de autores.....	66
Capítulo 4. Análisis de la participación de los científicos en el ciclo de política pública del agua potable de la Ciudad de México.....	69
4.1 Antecedentes.....	69
4.1.1 Contexto de la gobernanza en el modelo de Gestión Integral de los Recursos Hídricos en México y en la Ciudad de México.....	77
4.1.2 Políticas públicas y participación de los científicos.....	82
4.1.3 Estudio de la interfaz ciencia – política en México.....	83

4.2 Metodología.....	87
4.3 Resultados y discusión.....	88
4.3.1 Mapeo de instituciones y mecanismos institucionales de participación.....	88
4.3.2 Indicador de interfaz ciencia – política.....	95
4.3.3 Mecanismos de participación nen la interfaz ciencia – política.	96
Conclusiones.....	103
Referencias.....	106

Resumen

Garantizar el acceso al agua potable es fundamental en las ciudades por la concentración de la población. Las urbes se ven confrontadas con el reto de preservar los recursos hídricos con un uso sostenible y garantizar el derecho humano al agua. La Ciudad de México no es la excepción, y enfrenta la escasez, deterioro de las fuentes de agua fresca, el efecto de la importación del agua, la inequidad social y la calidad insuficiente. La gobernanza del agua es indispensable para gestionar este problema complejo, multinivel y en el que intervienen diversos agentes sociales. El conocimiento científico ha contribuido a la gobernanza y a discernir las implicaciones de las políticas públicas. Es en la interfaz ciencia – política en la que interactúan los científicos con los tomadores de decisiones y recientemente también con la sociedad civil. Sin embargo, no se encontró un estudio sobre esta interfaz para la gestión del agua en la Ciudad de México. El objetivo de esta tesis es caracterizar la interfaz ciencia – política en la gestión del agua potable de la Ciudad de México, después de la implementación de la Gestión Integral de Recursos Hídricos (2004) y en un contexto de descentralización y reformas en el sector gubernamental con herramientas cuantitativas, de análisis de redes sociales y de mapeo institucional. Primero se contextualizó la problemática en torno al abastecimiento de agua potable. Después se caracterizaron las comunidades de científicos que investigan el acceso al agua potable. Y finalmente se identificaron los instrumentos institucionales de participación, las interacciones reportadas y los científicos que participaron. Los resultados indican que las comunidades de científicos son locales con la UNAM y el IMTA como instituciones centrales en redes interdisciplinarias poco densas y fragmentadas. La interfaz ciencia – política permite la participación en los niveles nacional, de cuenca y estatal, con una tipología enfocada en la consulta, participación y representación. Las limitantes normativas se relacionan con la transparencia en la selección de los participantes, como influyen las consultas y participaciones en la toma de decisiones, y en la accesibilidad a la información de las interacciones y acuerdos realizados en esta interfaz. También se tienen escasos indicadores para la interfaz ciencia – política. Esto dificultó la identificación del total de agentes epistémicos y el análisis de sus comunidades.

Abstract

Most of the city administrations need to guarantee the access to drinking water in the face of an increasing concentration of population. Big cities are also confronted with the challenge to preserve the quality of hydric resources under sustainable conditions and to guarantee the human right to drinking water access. Mexico City is not an exception: there is water sparing, impairment of resources of fresh water, an increase of foreign water supply and in general social inequalities. A proper administration of water access is required to solve these problems that involve several social agents. Scientific groups have contributed to the improvement of public policies on the access to drinking water. In the framework of the science-policy interface, researchers have interacted with decision makers and various civil organizations. The present work constitute a first approach to characterize this interaction in Mexico City. Our general aim is to understand this interface after the implementation of the Integrated Water Resources Management (2004). We have searched the different researcher's participation mechanisms on government institutions using scientometric tools, social network analysis and institutional mappings. We were able to characterize first different problems associated to the access of drinking water in Mexico City. We characterized then the scientific communities involved in this subject, as well as the different institutional instruments and proposals involved in the possible solutions addressed to the access of drinking water in Mexico City. Our findings indicate that the main research groups involved in this process had an affiliation to UNAM and IMTA. However, these research networks are fragmented with a low number of participants. We could identify the participation of scholars in these networks at three levels: national, regional and local. We also found that there are various normative limitations associated to possible involvement of scholars on the decision making process and in the access of data and agreements related to this subject. Our findings also indicate that there is scarce data on the epistemic communities involved in the study of the access of drinking water in Mexico City.

Capítulo 1. Introducción

1.1 Justificación

La población se está concentrando en las ciudades y la demanda de agua potable continúa aumentando (Banco Mundial 2012; OCDE 2012; ONU 2012, 2020; UNESCO 2019). Más del 65% de la población mundial se concentrará en áreas urbanas en el año 2050 (Engel et al. 2011; UNESCO 2019), esta tendencia implica un aumento en el estrés sobre los recursos hídricos pues éstos son finitos en cada región geográfica (Van Leeuwen et al. 2016). El día cero en que Ciudad del Cabo iba a dejar de distribuir agua potable es un ejemplo del riesgo que corren las ciudades si continúan con una gestión insostenible y una gobernanza inadecuada (Taing et al. 2019). La gestión del agua potable a nivel urbano es crucial para garantizar la seguridad hídrica y el derecho humano al agua (WWAP 2019). Las ciudades más pobladas comparten retos análogos para lograr la provisión universal y adecuada de agua potable (Engel et al. 2011). La Ciudad de México cuenta con 8.99 millones de habitantes (INEGI 2015a) y tiene problemas similares a los experimentados en ciudades ubicadas en otros países en desarrollo como Calcuta, Shanghái, Nairobi, Karachi y las ciudades Latinoamericanas (Engel et al. 2011; IANAS/UNESCO 2015; Onestini 2011). Ejemplos de estos problemas son: el deterioro ambiental, la contaminación y la sobre explotación de las fuentes de agua fresca, los efectos del cambio climático, la escasez de agua, la mala calidad del agua potable distribuida, la desigualdad en el acceso al servicio, los asentamientos habitacionales irregulares, la competencia con otros usos consuntivos, la infraestructura obsoleta, los recursos financieros limitados, los problemas de gobernanza e institucionales y la importación de agua de otras cuencas. El acceso al agua potable es un factor crucial para el desarrollo social de las poblaciones marginadas y pobres (WWAP 2019). La seguridad hídrica en las ciudades implica una gestión sostenible de los recursos hídricos, el acceso universal al servicio de agua potable, una cultura del agua centrada en reducir la demanda para los usos consuntivos, resiliencia, tarifas adecuadas y el fortalecimiento de leyes y controles. La gobernanza del agua (*water governance*) es el principal desafío para lidiar con los retos de la gestión del agua urbana y tanto los países desarrollados como los países en desarrollo necesitan implementar mejoras (Van Leeuwen et al. 2016;

Voulvoulis et al. 2017). La dimensión política del agua es tan relevante como la dimensión tecnológica (Gupta et al. 2013) en especial por la complejidad de su gestión. El agua es necesaria para la vida, la salud humana, la agricultura, las actividades económicas y para los sistemas ecológicos. Esta complejidad implica desafíos en: su conceptualización y valoración, los diferentes intereses de los actores sociales, afectaciones por las decisiones en otros sectores o áreas geográficas, la propiedad y comercialización, y la disparidad entre las fronteras administrativas y las naturales (OCDE 2009). Para afrontar esta complejidad se requiere la participación de todos los actores de la sociedad y de un gobierno eficiente. La gobernanza se enmarca en un proceso de descentralización, de demanda de eficiencia gubernamental y de surgimiento de una sociedad más activa e independiente políticamente (Luis F. Aguilar Villanueva 2013). El Estado es el garante del bienestar de la población y el encargado de la gestión del recurso hídrico (Torres Bernardino 2017). Esta gestión se lleva a cabo a través de políticas públicas. La calidad con que se formulan y la eficiencia con que se gestionan los instrumentos públicos se ha vuelto un tema central. Además de los factores económicos y sociales, las ideologías y discursos profesionales han cobrado importancia. Las ideologías y discursos moldean la percepción de los problemas y/o los definen, los evalúan y los explican durante el establecimiento de la agenda pública y el diseño de las políticas públicas (Werner y Wegrich 2007). La participación de los investigadores contribuye a prever el efecto más probable de las políticas y a disminuir el reduccionismo, y por tanto, a disminuir los efectos no deseados y a incrementar la eficiencia (Allison 2006; Crewe y Young 2002; Rubenstein et al. 2016). Ejemplos de este hecho se han reportado en problemas como el control de armas nucleares, la protección de la capa de ozono, los tratados de libre comercio, la ayuda humanitaria internacional y la gestión del agua (Cleaver y Franks 2008; Haas 1992; Maldonado-Maldonado 2005). Para que el conocimiento científico influya en el ciclo de política pública no son suficientes la investigación y la difusión de los resultados, también se requiere la interacción de los científicos (*researchers*) con los encargados de formular políticas (*policy makers*) o una interfaz ciencia – política (*science – policy interface*) (Cleaver y Franks 2008). Mediante esta interfaz ambos agentes sociales intercambian/desarrollan conocimiento y aprenden para

llegar a negociaciones, comprensiones mutuas y enriquecer los procesos de toma de decisión y de investigación (SPIRAL 2013). En la literatura especializada se reporta una brecha en la participación de los científicos en la generación de la política pública en temas diversos (Allison 2006; Davies 2010; Gluckman 2016; Hinkel 2011), en la conservación de los recursos naturales (Engels 2005; SPIRAL 2013) y en la gestión de los recursos hídricos (Cleaver y Franks 2008; Makarigakis y Jimenez-Cisneros 2019; Rubenstein et al. 2016; Wen et al. 2015). En la gestión de agua en México también existe esta brecha y entre las recomendaciones de la OCDE para incrementar la gobernanza del agua en el país está desarrollar mecanismos para que los científicos y los encargados de formular políticas interactúen y compartan sus conocimientos (OCDE 2015).

1.2 Objetivos

Este estudio contribuye a diagnosticar el estado de la interfaz ciencia – política en la gestión del agua urbana. Su objetivo específico es evaluar el efecto de los mecanismos institucionales en la participación de los científicos de instituciones públicas durante el establecimiento de la agenda de gobierno, la formulación de políticas públicas y la toma de decisiones en materia de agua potable para la Ciudad de México en el período 2004 – 2018 con el fin de hacer una propuesta concreta e informada de política pública para fortalecer la interfaz ciencia – política. Los objetivos específicos son:

- A. Ubicar a los científicos de instituciones públicas y privadas que abordaron el acceso, la gestión, la calidad y el uso sostenible del agua potable en la Ciudad de México desde el año 2004 hasta el año 2018 a través de su producción académica.
- B. Caracterizar a los científicos detectados en comunidades epistémicas e identificar su nivel de participación durante el establecimiento de la agenda, la formulación de políticas públicas y la toma de decisiones en materia de acceso, gestión, calidad y uso sostenible del agua potable en la Ciudad de México en el período 2004-2018.
- C. Identificar los mecanismos institucionales existentes que buscan promover la participación de los científicos en el establecimiento de la agenda de gobierno,

la formulación de políticas públicas y la toma de decisiones en materia de acceso, gestión, calidad y uso sostenible del agua potable en la Ciudad de México en el período 2004 - 2018.

- D. Determinar el efecto de los mecanismos institucionales en la participación de los investigadores durante el establecimiento de la agenda de gobierno, la formulación de políticas públicas y la toma de decisiones en materia de agua potable en la Ciudad de México (2004 – 2018).

1.3 Preguntas de investigación e hipótesis

Las preguntas que guían esta investigación son dos:

¿Existen limitantes normativas para que los académicos participen de forma activa en el establecimiento, la formulación y la toma de decisiones de instrumentos públicos en materia de acceso, gestión, calidad y uso sostenible del agua potable en la CDMX durante el período 2004 – 2018?

¿Cómo se han insertado los científicos en la construcción de políticas públicas en materia de agua potable en la CDMX durante el período 2004 – 2018?

La hipótesis de trabajo es:

Que las políticas públicas en materia de acceso, gestión, calidad y uso sostenible de agua potable en la CDMX en el período 2004-2018 han sido diseñadas al margen de la participación de los expertos en el tema y existen limitantes normativas para su participación.

Los resultados contribuyen en dos áreas de conocimiento: la cuantificación y la interfaz ciencia – política en la gobernanza del agua. En la revisión de la literatura especializada, no se encontraron estudios similares que determinen a nivel urbano la capacidad científica para la investigación del agua potable y los mecanismos institucionales para la interacción entre los científicos y los encargados de formular las políticas. Los estudios a nivel urbano son necesarios porque generan información específica para la gestión del agua urbana. Las urbes tienen dos rasgos distintivos relativos a la gestión de agua: el acaparamiento de recursos por la

aglomeración de la población y de actividades económicas, y su dependencia de recursos hídricos externos (Hoekstra et al. 2018).

1.4 Metodología

El estudio se realizó en dos fases con una metodología mixta.

Fase I. Caracterización de la producción científica, los investigadores y las instituciones que estudiaron la gestión, uso sostenible, calidad y acceso al agua potable en la Ciudad de México durante el periodo 2004 – 2016, mediante las metodologías cuantitativas y el análisis de redes sociales.

La cuantimetría se ha empleado en diversos estudios para explorar el estado de la investigación del agua y sus subtemas mediante el análisis de las publicaciones científicas indexadas en la *Web of Science* y sus diferentes colecciones (Dai et al. 2015a; Fu et al. 2013; Kolle et al. 2017; Li et al. 2018). Estos estudios describen las tendencias de investigación, el estado del desarrollo tecnológico y científico, la colaboración internacional y la posición relativa que ocupa un país. El análisis de redes sociales se ha empleado para estudiar la colaboración en la investigación del agua, los principales agentes y la detección de comunidades. Los estudios que aplican ambas metodologías se han realizado en los niveles geográficos mundial, regional, nacional y de cuenca (Bhattacharya y Bhattacharya 2017; Heringa et al. 2016; Wen et al. 2015). Este estudio aplica las herramientas cuantitativas y de análisis de redes sociales de co-autoría y colaboración institucional para analizar la producción científica en el tema del agua potable y los principales agentes sociales a nivel estatal en la Ciudad de México. Los artículos científicos se obtuvieron de la colección principal de *Web of Science* y *Scopus*. Esta búsqueda se complementó con los proyectos técnicos y documentos científicos en la biblioteca del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).

Fase II. Análisis de los mecanismos institucionales y caracterización de la participación de los investigadores en la política pública para mejorar la sostenibilidad, acceso y calidad del agua potable en la Ciudad de México.

Para identificar los instrumentos institucionales para la participación de los científicos en el establecimiento de la agenda de gobierno, la formulación de políticas públicas y la toma de decisiones en torno al agua potable de la ciudad, se realizó una búsqueda documental del marco normativo y un mapa de las instituciones involucradas en la provisión de agua potable. Se realizó una búsqueda documental de los informes de las interacciones a través de los instrumentos institucionales identificados.

Con estos elementos se impulsarán una o varias propuestas posibles de política pública que contribuyan a fortalecer la interfaz ciencia – política para contribuir a una gestión eficiente del agua con la participación de las comunidades epistémicas identificadas en el presente estudio.

Capítulo 2. Problemática del agua potable en la Ciudad de México

2.1 Escasez, importación y gestión no sostenible del agua

La relación de la ciudad con el agua ha sido conflictiva desde la época colonial. En el año 1521 después de la conquista de Tenochtitlán, capital del Imperio Azteca, se abandonaron o destruyeron las obras hidráulicas que aseguraban el control de las inundaciones, no se dio mantenimiento a los acueductos y cayó en desuso la recolección de desechos humanos que evitaba la contaminación del lago, estos desechos se usaban como abono en las chinampas. Los aztecas manejaron inteligentemente los recursos hídricos a través de: la adaptación a las condiciones de su cuenca hídrica que contaba con lagos, manantiales y ríos alimentados por la lluvia; los cambios menores en la hidrología de la cuenca; y el desarrollo de tecnología y prácticas culturales para optimizar sus recursos (Becerril y Jiménez 2007). Su sistema de distribución de agua potable era más higiénico que los empleados en las ciudades europeas en la misma época. El acueducto y la albarrada diseñados y construidos por Nezahualcóyotl son un ejemplo de este ingenio prehispánico (Bazán Pérez 2009). Aún se puede observar la majestuosidad de las obras hidráulicas indígenas en zonas arqueológicas como la del Tetzcotzincó que exhibe un complejo sistema de irrigación construido en los jardines del soberano de Texcoco (Gómez Cedeño 2019).

Después de la caída de Tenochtitlán la capital de la Nueva España se fundó en las ruinas por razones políticas. La cosmovisión indígena que percibía al agua como aliada y base de su civilización fue reemplazada por la cosmovisión española que veía al lago como un obstáculo y un problema que combatir (Rosas Robles 1998). Mientras los aztecas encontraron en el islote el lugar ideal para fundar su ciudad con la señal divina del águila devorando a una serpiente, los españoles hubieran preferido tierra firme. En este momento inició la desecación del lago que continúa hasta nuestros días. Esta decisión modificó en mayor grado el ciclo hidrológico en la cuenca.

En la actualidad la provisión de agua potable en la Ciudad de México está en riesgo por la gestión no sostenible del agua (Sosa-Rodríguez 2010). La noticia del día cero en que Ciudad del Cabo planeaba detener la provisión de agua potable por la

escasez enfatizó el riesgo que experimentan las ciudades (Engel et al. 2011; Taing et al. 2019). La Ciudad de México se asienta en una cuenca endorreica (cerrada). Las modificaciones en la cuenca hídrica se resumen en la importación de agua de fuentes cada vez más lejanas y la extracción del agua residual fuera de la cuenca, para lo cual se construyeron obras de infraestructura cada vez más grandes (Rosas Robles 1998; Sosa-Rodriguez 2010; Torres Bernardino 2017). En la capital de la Nueva España por una inadecuada gestión, las aguas negras y desechos humanos contaminaron las fuentes superficiales de agua potable convirtiéndolas en focos de infección. La ciudad sufría de cortes de agua potable frecuentes y la población más pobre no tenía acceso al servicio de agua potable. En 1620 se construyó el acueducto de San Cosme que importaba agua desde Santa Fe porque la demanda de agua potable aumentaba con el crecimiento de la población (Rosas Robles 1998). El lago, los ríos y manantiales fueron desecados desde la colonia española hasta el porfiriato a través de obras de drenaje cada vez más grandes. El conocimiento que los españoles tenían para afrontar las inundaciones en el lago no fue suficiente y después de varias inundaciones catastróficas, en 1607 se construyó el primer túnel para extraer agua del río Cuautitlán fuera de la cuenca y en 1900 se completó el gran canal de 50 km de longitud para transportar $27\text{m}^3/\text{s}$ de aguas negras y de lluvia hacia los ríos Pánuco y Tula para que desembocarían en el Golfo de México (Rosas Robles 1998).

A pesar de estas construcciones las inundaciones en la ciudad continuaron. La población de la ciudad siguió aumentando y requirió nuevas fuentes de agua potable; el mayor crecimiento poblacional ocurrió entre los años 1900 y 1970 cuando pasó de 0.7 millones a 6.9 millones de habitantes y desde 1990 hasta el 2015 se ha mantenido entre 8.2 y 8.9 millones de habitantes (INEGI 2015b). Desde 1840 se extrae agua del acuífero subterráneo y se ha convertido en la principal fuente de agua potable de la ciudad (más de 54%) (SACMEX 2019). El acuífero como unidad hidrogeológica se extiende más allá de la Ciudad de México hasta el Estado de México (Chalco-Amecameca, Texcoco, Cuautitlán-Pachuca) e Hidalgo (Soltepec, Apan, Tecocomulco) (SACMEX 2012a). La extracción en la ciudad se realiza mediante 670 pozos. El acuífero está sobre explotado, la ciudad extrae anualmente 623 hm^3 y solo se recargan 512.8 hm^3 (Torres Bernardino 2017). La capacidad de

|Capítulo 2. Problemática del agua potable en la Ciudad de México
recarga natural con la lluvia se ha comprometido por la desecación, el asfaltado, los asentamientos irregulares en el sur de la ciudad y la deforestación.

El hundimiento de la ciudad compromete la calidad del agua del acuífero al fisurar sus paredes y permitir el infiltrado de contaminantes minerales y biológicos. También se fisura la red de distribución de agua y la pérdida de pendiente en el gran canal condujo a implementar un sistema de bombeo y la construcción del drenaje profundo (SACMEX 2012a). La microcuenca del río Magdalena en el sur de la ciudad está contaminada. Cuando el efluente entra en la zona urbana los desechos de los asentamientos habitacionales irregulares son vertidos en el río y hay fugas en el sistema de drenaje (Monsivais Montoliu 2014). Los proyectos para remediar y proteger esta zona han cambiado con cada administración pública desde hace 30 años, aún no se ha logrado su recuperación total, y en la actualidad se impulsa el sistema de humedales (Páramo 2020).

Como las fuentes locales de agua no son suficientes para el abasto de la ciudad, a partir de 1940 se inició la importación del agua desde cuencas y acuíferos vecinos (SACMEX 2012a). Las obras más importantes de importación son el sistema Lerma iniciado en 1942 e inaugurado en 1951 y el sistema Cutzamala iniciado en 1976 e inaugurado en 1982 que importa agua desde Michoacán y el Estado de México y desvían las aguas de la vertiente del Pacífico a la del Golfo de México. El primer sistema tiene 60km de longitud y aporta $4\text{m}^3/\text{s}$ extraídos mediante un sistema de pozos (CONAGUA 2018). El agua se importa desde manantiales del Estado de México iniciando en Almoloya del Río y el acuífero de esta región ya está sobre explotado (Torres 2014). El segundo sistema abastece a la ciudad de $9\text{m}^3/\text{s}$ y a la zona urbana de Toluca ($0.8\text{m}^3/\text{s}$) e importa agua desde Michoacán y el Estado de México; se compone de seis presas, 150 km de túneles y canales, una planta potabilizadora y seis plantas de bombeo que al año consumen 2,200 millones de kWh para subir el agua más mil cien metros sobre el nivel del mar (SACMEX 2012a). La ubicación geográfica de esta infraestructura se muestra en la figura 1. La importación del agua generó conflictos sociales en las cuencas donadoras, transformación de los ecosistemas y competencia con el uso agrícola. Los habitantes de las subcuencas del sistema Cutzamala ascienden a 730 mil personas;

una gran proporción experimentan marginación, pobreza y carencia de servicios de agua potable, esto incluye a población mazahua (Banco Mundial 2015).

Las poblaciones demandan legítimamente agua, servicios adecuados y la capacidad de gestionar sus recursos naturales para su desarrollo social y económico (Garavito González 2012; Garavito 2012). Un ejemplo es el “Movimiento de mujeres zapatistas en defensa por el agua” que en el año 2004 mostró su inconformidad en manifestaciones y exigió un programa de desarrollo sostenible (Ávila 2008, pp. 77–80). Los conflictos continúan de forma heterogénea en la región (Banco Mundial 2015). En la cuenca del río Lerma la sobre explotación del acuífero disminuyó el flujo de agua superficial y la desecación de las lagunas afectó el modo de vida y las actividades lacustres de la población. La sobre explotación también generó hundimientos y el agrietamiento del suelo. Estos problemas asociados a la importación de agua desde áreas rurales hacia zonas urbanas no son exclusivos de la Ciudad de México. Las ciudades con mayor crecimiento demográfico en el mundo también los están experimentando y es prioritario lograr acuerdos ganar-ganar, reducir el consumo de agua urbana y una gestión sostenible en las cuencas (Garrick et al. 2019). La Ciudad de México con su poder político y económico acapara los recursos hídricos de la región. Para cubrir la demanda creciente se está contemplando la importación adicional desde el acuífero del Valle del Mezquital en Hidalgo ($7\text{m}^3/\text{s}$) y la extracción con pozos profundos (SACMEX 2016a). A nivel nacional se invierten más recursos en la infraestructura hídrica de las regiones urbanas que en las rurales (Ávila 2008) y la ciudad se encuentra entre los estados con mayor gasto federal per cápita en infraestructura hidráulica (Dinar et al. 2008).

El costo de operación, mantenimiento y capital para el funcionamiento del Sistema Cutzamala asciende a \$4,580 millones de pesos, el 48% se cubre con las cuotas y derechos de aprovechamiento recaudados y la federación cubre el 52% restante. Adicionalmente el Sistema Cutzamala genera costos de oportunidad, externalidades económicas y ambientales estimados en \$3,112 millones de pesos que son cubiertos por la sociedad mediante los efectos de la escasez, el deterioro ambiental y el deterioro de la calidad del agua (Banco Mundial 2015). La competencia entre el uso rural del agua (agrícola y ganadero) y el consumo de agua

de las megaurbes es un problema que se agravará en el futuro por los efectos del cambio climático (Richter et al. 2013). Se pronostica que para el 2050, 19% de las ciudades más pobladas en el mundo que dependen de la importación de agua de fuentes superficiales no podrán cubrir su demanda de agua y al mismo tiempo la demanda agrícola (Flörke et al. 2018).

En cuencas como las del Estado de México o regiones rurales de Chile (en este país se ha privatizado el agua y abunda el cultivo de aguacate para exportación) existe una distribución desigual de los recursos hídricos rurales: los pequeños productores y las comunidades pobres y marginadas no tienen acceso al agua que es acaparada por la presión que ejercen los intereses de las ciudades o intereses privados (Bolados García et al. 2017; Sanchis-Ibor et al. 2014). Políticas como la privatización del recurso hídrico y la tecnificación del campo enfocada en grandes propietarios sin la participación de las organizaciones autogestivas de agricultores y las comunidades han resultado en la sobre explotación del recurso, el deterioro ambiental y el incremento de la pobreza. El agua residual de la ciudad se exporta a Hidalgo para el riego de cultivos ($45\text{m}^3/\text{seg}$), sin embargo se trata en una mínima proporción lo que genera problemas de salud y un riesgo para la calidad del agua del acuífero; los estudios ya han detectado plomo y arsénico en concentraciones de 2 a 3 veces más que el límite para el agua potable (Guédron et al. 2014) y coliformes fecales (Lesser-Carrillo et al. 2011).

La demanda de agua de la ciudad continúa aumentando a un ritmo mayor que el aumento poblacional. Esto se debe a una escasa cultura del ahorro del agua y a su bajo precio. El 80% del agua se destina al consumo doméstico, el consumo de agua per cápita varía y la cultura de ahorro de agua puede enfocarse en las zonas residenciales que consumen per cápita hasta 567 litros en comparación al promedio de 100 litros (Torres Bernardino 2012). El 40% del agua potable se pierde por fugas de la red de distribución que se daña con el hundimiento de la ciudad (Sánchez Rodríguez 2012), especialmente en las alcaldías del centro de la ciudad: Miguel Hidalgo y Benito Juárez, por la antigüedad de las tuberías (Lopez Guerrero 2016). La sobre explotación del acuífero se agudiza por los pozos clandestinos, las

estimaciones indican que estos pozos igualan en cantidad a los pozos regulares (Perló 2019).

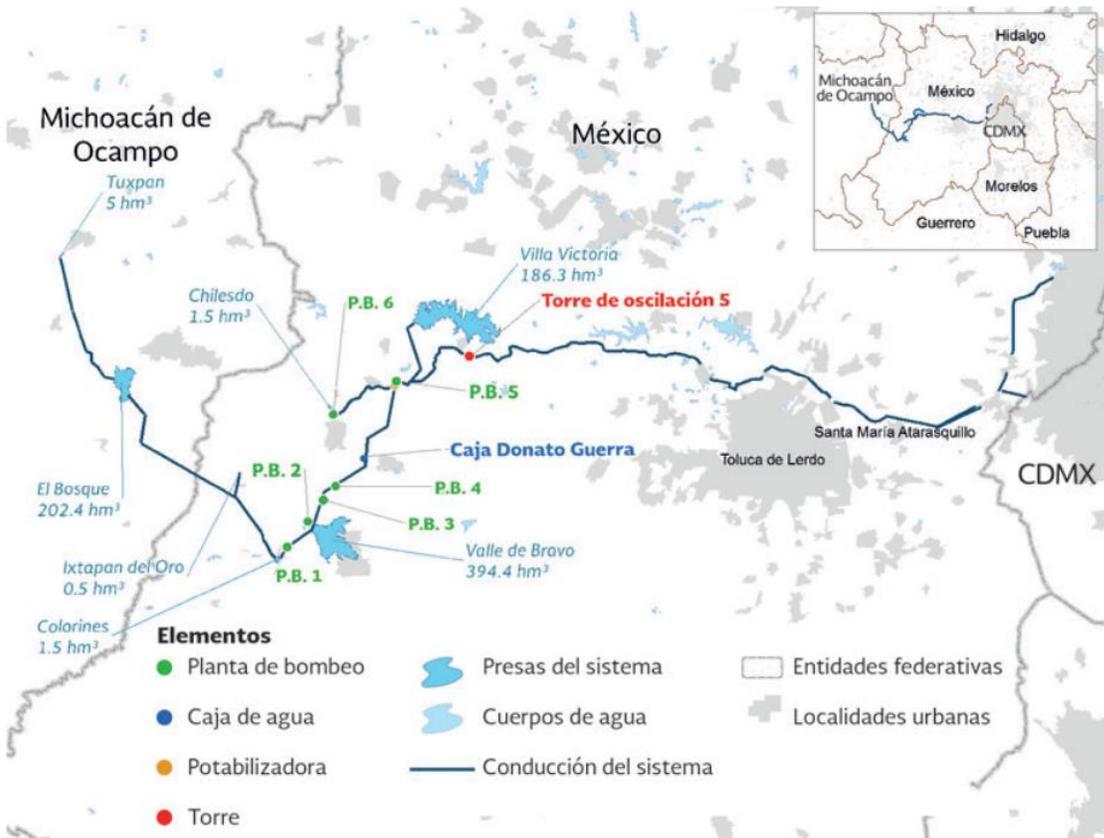


Fig 1. Mapa del Sistema Cutzamala. Fuente: (CONAGUA 2018)

El patrón que están siguiendo las ciudades para afrontar la escasez de agua no es deseable desde la perspectiva de la sostenibilidad: primero se agotan las fuentes superficiales y subterráneas locales, después se importa agua de otras cuencas (lo que implica costos económicos y efectos económicos, sociales y ambientales) y después se implementa el reciclado de aguas negras, el aprovechamiento de agua de lluvia o la desalinización (Richter et al. 2013). La Ciudad de México está siguiendo este patrón insostenible, las proyecciones advierten que en los próximos 40 años la ciudad agotará el acuífero y las cuencas Lerma y Cutzamala. Ante este pronóstico se implementará la importación desde los acuíferos de Hidalgo (SACMEX 2012a), que se recargan con el agua residual no tratada de la ciudad (>25m³/s) (Jimenez-Cisneros y Chávez 2004) y que presentan signos de contaminación. Sin duda es decisivo un cambio de enfoque hacia la sostenibilidad

|Capítulo 2. Problemática del agua potable en la Ciudad de México que requiere comunidades críticas y participativas en todos los sectores sociales, incluidos los científicos (Cleaver y Franks 2008), para transitar hacia un modelo de gestión de la demanda equitativo y que recupere y preserve los ecosistemas (Torres Bernardino 2017).

El Proyecto Texcoco generado por el Ing. Nabor Carrillo (Kalach 1998) puede tomarse como ejemplo de la colaboración transdisciplinaria y transectorial que se requiere para generar nuevas soluciones. El proyecto se basaba en rehidratar los lagos de Texcoco, Chalco y Xochimilco con las aguas residuales tratadas de la ciudad, reducir el consumo de agua, aprovechar el agua de lluvia, remediar los ríos y un crecimiento urbano ordenado, para evitar la importación de agua desde otras cuencas, detener el hundimiento y evitar inundaciones. Este proyecto dejó de tener prioridad por la construcción del drenaje profundo, sin embargo, ha continuado en menor escala y ha rescatado mil hectáreas del lago de Texcoco contribuyendo a la recarga del acuífero y la restauración del ecosistema lacustre. Aunque los programas de captación de agua de lluvia no se han extendido por toda la ciudad, se están volviendo relevantes para abastecer de agua a las zonas que sufren desabasto continuo, especialmente en las alcaldías Iztapalapa y Xochimilco donde ya se han instalado 10 mil sistemas domésticos de captación a través de un programa gubernamental (Gobierno de la Ciudad de México 2020a). Se estima que el agua de lluvia puede cubrir el 10% del consumo de la ciudad (Perló 2019) y se están explorando opciones para incrementar su viabilidad técnica y económica (Imaz Gispert et al. 2018; Isla Urbana 2017).

2.2 Inequidad social en el acceso al agua potable

El acceso al agua potable es un derecho humano. Un tercio de la población no tiene acceso a un servicio adecuado de agua potable y el llamado de la ONU de “no dejar a nadie atrás” es más urgente ante el cambio climático (WWAP 2019). México y su capital se enfrentan al reto de garantizar la seguridad hídrica de la población más vulnerable y pobre (Peña Ramírez 2012). “La pobreza es un proceso complejo de escasez de recursos económicos, sociales, culturales, institucionales y políticos que afecta a los sectores populares y que está asociado principalmente a las condiciones de inserción laboral que prevalecen en el mercado de trabajo:

inestabilidad, informalidad, bajos salarios, precariedad laboral” (Ziccardi 2008). El país se enfrenta a una alta concentración socioespacial de la riqueza, al desempleo y a la persistencia de la pobreza, la marginación y exclusión social y, la segregación socioespacial. En las áreas urbanas se combina con la demanda insatisfecha de suelo urbanizado con servicios y accesible para viviendas de familias de bajos ingresos (Martínez Rivera y Trápaga Delfín 2012). Aunque la Ciudad de México es el estado con la menor proporción de población en pobreza en el país, 5 de cada 10 habitantes de esta ciudad experimenta pobreza multidimensional con un ingreso corriente mensual menor a \$4,600 MXN/per cápita y 2 de cada 10 viven en pobreza extrema (<\$1,900 MXN/per cápita) (Gobierno de la Ciudad de México 2018). En la ciudad el 97% del agua potable se emplea para el abastecimiento público y 3% para la industria autoabastecida (CONAGUA 2018).

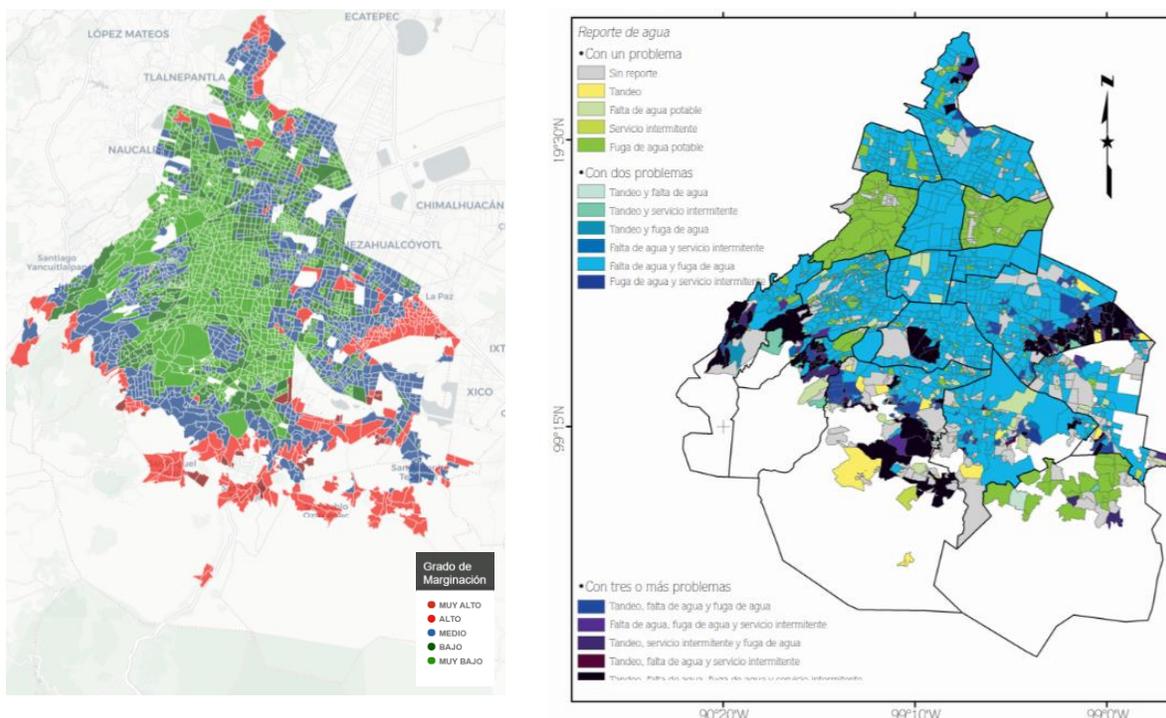


Fig 2. Comparación geográfica entre la distribución de la población de acuerdo con su grado de marginación (izquierda) y los reportes de problemas en el sistema de abastecimiento de agua potable (derecha) en la Ciudad de México. Fuentes: mapa de la izquierda (Serrano 2010) y mapa de la derecha (Lopez Guerrero 2016).

La disparidad en el acceso a los servicios de agua potable es visible y no es favorable para la población más pobre, especialmente aquellos que habitan en la

periferia sur en las alcaldías Milpa Alta, Tlalpan, Xochimilco e Iztapalapa. En la figura 2 se advierte que las regiones de la ciudad con el grado de marginación más alto experimentan más problemas en el servicio de agua potable: tandeo, fugas, falta de agua y conexión intermitente. El 1.4% de la población no tiene acceso al servicio de agua potable, el 8.3% no tiene agua entubada dentro de la vivienda y el 14.1% tiene agua entubada dentro de la vivienda pero recibe agua cada tercer día o menos (Gobierno de la Ciudad de México 2018). Las alcaldías con menor cobertura de agua potable (agua entubada dentro o fuera de la vivienda) son Milpa Alta, Tlalpan y Xochimilco y concentran el 38% de la población sin cobertura (Lopez Guerrero 2016). Estas alcaldías históricamente son las que tienen más problemas de agua (tandeo, calidad del agua) y que tienen índices bajos de desarrollo (Gobierno de la Ciudad de México 2018).

En el centro de la ciudad se concentra la población que no recibe agua de manera formal por el deterioro de la red de abastecimiento y la baja presión (Lopez Guerrero 2016). La cobertura de agua potable no es el único indicador para examinar la seguridad hídrica, y es necesario revisar la calidad, la frecuencia y la cantidad de agua recibida. Las zonas populares concentran a la mayoría de la población (76.5%) y reciben 124 litros diarios per cápita mientras que las zonas residenciales reciben 567 litros diarios per cápita (Torres Bernardino 2017). Los subsidios en la tarifa de agua potable han beneficiado más a los hogares de altos ingresos que a los hogares más pobres (Morales-Novelo et al. 2018). La mayoría de los reportes en la ciudad se relacionan con fugas y falta de agua (figura 2). El agua distribuida por la red de agua potable tiene una calidad inadecuada. La población más afectada es la que menos ingresos tiene porque se ve obligada a comprar agua embotellada, por ejemplo, una proporción mayor de hogares en la alcaldía de Iztapalapa (91%) consumen más agua embotellada que en la región oeste de la ciudad (61%) que tiene un mayor ingreso por hogar y mejor servicio de agua potable (B. E. Jiménez-Cisneros y Galizia-Tundisi 2013; SACMEX 2012a). (B. E. Jiménez-Cisneros y Galizia-Tundisi 2013; SACMEX 2012a). El 24% de la población no recibe agua con niveles de cloración adecuados y está distribuida en las alcaldías de Milpa Alta, Tlalpan, Xochimilco, Iztacalco y Coyoacán (Lopez Guerrero 2016). Mientras que 25% de la población recibe agua con alta turbidez. Iztapalapa. Milpa Alta, Tláhuac

e Iztapalapa concentran a la población con servicio de agua potable entubada contaminada con coliformes totales. La población abastecida por tandeo se concentra en las alcaldías Iztapalapa, Tlalpan y Xochimilco, estas alcaldías reciben agua 20, 35 y 20 horas a la semana respectivamente (Lopez Guerrero 2016). Para la población con más bajos ingresos el sistema de abastecimiento por tandeo es el que predomina. Para hacer frente al sistema del tandeo se almacena agua en contenedores que en las zonas más marginadas son recipientes que no se cubren y el agua puede contaminarse fácilmente (Espinosa-Garcia et al. 2014) y genera infecciones intestinales (Cifuentes y Rodriguez 2005), por ejemplo giardiasis en niños (Cifuentes et al. 2004), este riesgo aumenta en las zonas marginadas que reciben agua de pozos contaminados y que no cuentan con servicio de drenaje.

2.3 Calidad del agua fresca y potable

Las fuentes de agua fresca de la ciudad experimentan degradación ecológica y contaminación antropogénica. En México la calidad de las fuentes de agua subterránea y superficial es monitoreada por la CONAGUA y los resultados se informan anualmente en el compendio de estadísticas del agua (CONAGUA 2018). La tabla 1 presenta los valores de los parámetros obtenidos en los sitios de monitoreo de la Ciudad de México y su región hidrológico-administrativa durante el año 2017. Las fuentes superficiales de la ciudad y de la región hidrológico-administrativa XIII están contaminadas, los contaminantes más frecuentes son los coliformes fecales y la materia orgánica. Esta contaminación se asocia a la descarga de aguas residuales y domésticas sin tratar. La ciudad tiene una tasa alta de cobertura de drenaje (96.3%) (Lopez Guerrero 2016); sin embargo, solo se trata el 10% del caudal de aguas residuales recolectado que equivale a 216,000 m³ diarios (Gobierno del Distrito Federal 2013). En el país, aproximadamente la mitad de las aguas residuales no se tratan y el desarrollo tecnológico para lograrlo es necesario pero escaso (Domínguez-Montero et al. 2017). Los asentamientos habitacionales irregulares en el sur y poniente de la ciudad descargan sus drenajes en la cuenca del río Magdalena-Eslava. La carencia de servicio de drenaje en las zonas periurbanas y los asentamiento irregulares se vinculan con el crecimiento desordenado de la ciudad sin planeación urbana, el crecimiento de la población que

sobrepasa la capacidad gubernamental de proveer servicios hídricos y que el suelo y las viviendas asequibles se localizan cada vez más en la periferia de la ciudad en zonas rurales (Martínez Rivera y Trápaga Delfín 2012). El río Lerma-Santiago ha sido contaminado desde hace 35 años y actualmente es uno de los más contaminados de la región porque se vierte agua de drenaje municipal e industrial (Jimenez-Cisneros et al. 2010). Como se muestra en la tabla 2, además de la contaminación en las fuentes de agua superficiales locales, también hay contaminación en el sistema Cutzamala, específicamente en la presa de Valle de Bravo por perturbaciones antropogénicas: la fertilización inadecuada en los cultivos agrícolas y la gestión no sostenible de la cuenca. La presa está eutrofizada, es decir el aumento en la concentración de los nutrientes nitrógeno y fósforo permite una abundancia de biomasa de algas fitoplanctónicas y la disminución de la biodiversidad. El incremento de la temperatura por el cambio climático también ha contribuido al crecimiento de cianobacterias (Alillo-Sanchez et al. 2014). Durante la potabilización del agua se forman trihalometanos por la reacción del cloro con la materia orgánica. Diversos trihalometanos son carcinógenos, por lo que se recomienda realizar un monitoreo de su concentración en el agua potable distribuida por la red de la ciudad (M Mazari-Hiriart et al. 2005).

En las fuentes subterráneas de agua la CONAGUA solo monitorea un parámetro: la concentración de sólidos disueltos totales que indica la salinidad (CONAGUA 2018). Los acuíferos sobre explotados en zonas áridas incrementan su salinidad por el lavado de suelos salinos (Jimenez-Cisneros et al. 2010). En la región hidrológico-administrativa XIII los registros de salinidad ocurrieron al norte en el límite entre el Estado de México y el Estado de Hidalgo. La sobre explotación afecta a 4 de los 14 acuíferos de la región y son los acuíferos más cercanos a la Ciudad de México: Cuautitlán Pachuca, Texcoco, Chalco-Amecameca y Zona Metropolitana del Valle de México. En la ciudad las fuentes de agua subterráneas no presentan salinidad sin embargo, si están sobre explotadas. La CONAGUA no monitorea los contaminantes que afectan la salud o el equilibrio ecológico como el fósforo, el flúor, los coliformes fecales, los metales pesados, los detergentes, el material orgánico (Jimenez-Cisneros et al. 2010) y los contaminantes emergentes (Felix-Cariedo et al. 2013). En la cuenca del Valle de México la fuente principal de contaminación de los

acuíferos es la filtración de aguas negras, específicamente en Hidalgo y el sur de la Ciudad de México (ver tabla 2). En las zonas de recarga con aguas residuales sin tratar, se han reportado pozos contaminados con coliformes y el agua extraída se potabiliza con una cloración deficiente que resulta en afectaciones en la salud de la población al consumir el agua o bañarse. En la alcaldía Tláhuac también se reportan concentraciones de flúor en el agua potable que puede contribuir a la fluorosis dental en niños.

La calidad del agua potable es regulada por la Norma Oficial Mexicana NOM 127-SSA1-1994 modificada en el año 2000 que establece 48 parámetros. De los 42 parámetros químicos y organolépticos los municipios solo monitorean el hierro, el manganeso, el cloro residual libre, los fluoruros, los sulfatos, los nitratos, el pH, la turbiedad y la conductividad eléctrica (Jimenez-Cisneros et al. 2010). En el país los municipios no han logrado suministrar agua potable de calidad; la contaminación puede provenir de la fuente de agua, originarse en el sistema de distribución o en el almacenamiento en los hogares. En la tabla 2 se referencian investigaciones sobre la calidad del agua potable de la ciudad. Estos estudios advierten que el proceso de cloración es deficiente en la Ciudad de México, que existe contaminación por coliformes y otras bacterias dañinas a la salud y una alta concentración de trihalometanos. En el agua embotellada, que se consume como alternativa al agua suministrada, se ha detectado contaminación con pesticidas y ftalatos, por lo que se recomienda implementar el monitoreo para la regulación gubernamental. Entre los principales contaminantes emergentes detectados están el ácido salicílico, el 4-NP, el plastificante DEHP y la carbamazepina (Diaz et al. 2009; Vazquez et al. 2017). En la ciudad también se exploran tecnologías para condensar agua potable de la atmósfera o recolectar agua de lluvia para abastecer a las zonas con más precariedad en el servicio de agua potable, sin embargo, es importante que el agua sea potabilizada por los contaminantes presentes en la atmósfera.

Tabla 1. Calidad de las fuentes de agua potable en la región hidrológico-administrativa XIII y en la Ciudad de México monitoreados por CONAGUA durante el año 2017. Se muestra la proporción de sitios de monitoreo que reportan fuentes contaminadas (%C), fuertemente contaminadas (%FC), ligeramente salobres (%LS) y salobres (%S). Elaboración propia con información de (CONAGUA 2018).

Medición	Indica	Fuente de contaminación	Región XIII		CDMX	
			% C	% FC	% C	% FC
Aguas superficiales / sitios de monitoreo			71		9	
Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	Materia orgánica biodegradable	Descargas de aguas residuales municipales	28.20	14.10	11.10	11.10
Demanda química de oxígeno (DQO)	Materia orgánica	Descargas de aguas residuales	50.70	25.40	44.40	44.40
Sólidos suspendidos totales (SST)	Sólidos y materia orgánica en suspensión	Descargas residuales, desechos agrícolas o erosión	1.40	0.00	0.00	0.00
Coliformes fecales (CF)	Presencia de bacterias del tracto intestinal humano	Descargas domésticas	12.60	70.40	33.30	66.70
Aguas subterráneas / sitios de monitoreo			39		9	
Concentración de sólidos disueltos totales (SDT)	Salinización de aguas subterráneas		%LS	%S	%LS	%S
			20.51	2.56	0.00	0.00

Tabla 2. Contaminantes en las fuentes de agua potable de la Ciudad de México reportados en la literatura científica. Elaboración propia

Fuente	Contaminantes	Solución propuesta	Referencia
Cuenca Valle de Bravo del Sistema Cutzamala	Eutrofización de la presa: - Flujo de carbono orgánico total 250 mg (-2) año (-1)		(Carnero-Bravo et al. 2015; Gaytan-Herrera et al. 2011)
	Perturbaciones antropogénicas en la presa: - Densidad media de zooplancton 400 +/- 293 ind/L		(Nandini et al. 2008)
	En la presa: - Concentración de la toxina microcistina > límite provisional de la OMS para fuentes de agua potable (1µg/L) - Concentración de cianobacterias > nivel de riesgo moderado de la OMS para actividades recreativas 10x10 ⁴ células/ml	Gestión sostenible, resiliencia y monitoreo	(Alillo-Sanchez et al. 2014)
	Riesgo de contaminación de agua subterránea por uso de fertilizante nitrogenado	Mejorar prácticas agrícolas	(Prado et al. 2011)
Acuífero del Valle del Mezquital Hidalgo	- 30 de 75 pozos contaminados por coliformes totales - 65 pozos con concentración de sodio y sólidos disueltos totales > al límite máximo permitido para agua potable	Tratamiento de agua residual	(Lesser-Carrillo et al. 2011)
	- Concentración de arsénico y plomo 2 a 5 veces la concentración límite para agua potable	Tratamiento de agua residual usada para riego	(Guédron et al. 2014)
	Riesgo por infiltración de agua residual no tratada, presencia en una proporción de las muestras de: - Coliformes fecales en 68% - Bacteriófagos somáticos en 36% - <i>Giardia spp.</i> en 14%, - Huevos de helmintos en 8%,	Tratar el agua extraída del acuífero con nanofiltración u otro tratamiento para que sea potable	(Chávez et al. 2011)

Fuente	Contaminantes	Solución propuesta	Referencia	
Fuentes de agua superficiales / subterráneas y sistema de distribución	- El microcontaminante carbamazepina en concentración mayor a 193 ng/L en 55%			
	Contaminación con agua residual y contaminación fecal en la zona urbana del río Magdalena-Eslava	Instalar plantas de tratamiento de aguas residuales y rehabilitar el río para usarlo como fuente de agua potable	(Mazari-Hiriart et al. 2014)	
	Microcontaminantes (agua subterránea; agua superficial): - El fármaco ácido salicílico (1-464 ng/L; 29-309 ng/L) - 4-NP (1-47 ng/L; 89-655 ng/L) - El plastificante DEHP (19-232 ng/L; 75-2282 ng/L)			(Felix-Cariedo et al. 2013)
	En pozos de la alcaldía Tlahuac la concentración de fluor > concentración estipulada por la norma de consumo de sal fluorada (entre 0.44 y 1.28 ppm, promedio 0.86±0.19 ppm)	Implementar medidas para evitar el consumo de sal fluorada y fluor adicional para evitar fluorosis dental		(Galicia Chacón et al. 2011)
	Riesgo de contaminación fecal indicada por la presencia de <i>Giardia intestinalis</i> cysts en acuífero recargado con aguas residuales	Políticas de educación en el cuidado de la salud y conservación ambiental		(Cifuentes et al. 2004)
	En muestras de agua de pozos de la ciudad. - Presencia de 84 especies de bacterias asociadas con contaminación fecal y de Helicobacter Pylory sin exceder los límites permitidos. - Cloración deficiente - Concentración de trihalometanos > a la permitida por la regulación	Implementar una estrategia de desinfección más estricta		(Mazari-Hiriart et al. 2005)
	Presencia de Aeromonas spp por cloración deficiente en dos plantas de potabilización	Asegurar que la concentración de cloro residual aumente de 0.1 ppm a 0.5-1ppm		(Villarruel-Lopez et al. 2005)

Fuente	Contaminantes	Solución propuesta	Referencia
Agua embotellada	Concentración de pesticida beta-HCH > 0.01 ng/mL en 3 muestras de 36 (0.121, 0.136, y 0.192 ng/mL)	Establecer programas de monitoreo de ftalatos y pesticidas en el agua embotellada	(Diaz et al. 2009)
	Ftalato DEHP (plastificador) > límite United States Environmental Protection Agency (6 µg/L)		(Vazquez et al. 2017)
Atmósfera	En agua condensada: concentración de aluminio, hierro y plomo > límites para agua potable de la OMS	Potabilizar el agua en los sistemas de condensación de agua	(Bautista-Olivas et al. 2014)

2.4 Cultura del agua

La distribución del agua se refiere no solo a su disponibilidad natural sino también a la forma en que se organiza la oferta hídrica. Las formas de consumo sociales del agua contribuyen más a la escasez que los fenómenos naturales, es por ello que la cultura del agua es fundamental para el uso sostenible del recurso hídrico (Torres Bernardino 2012). Una guía útil son los principios éticos planteados en la declaración europea por una nueva cultura del agua, creada por expertos y científicos de la Unión Europea (Red Euwater 2005):

“La nueva cultura del agua se basa en principios éticos en los que el uso que se le da al recurso debe seguir un orden de prioridades: en primer lugar debe estar el uso para la vida, después el uso de interés general y en tercer lugar el uso del agua para el crecimiento económico” (Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. 2006).

México es el quinto país que más agua potable *per cápita* consume (366 L), en los cuatro primeros lugares se encuentran Estados Unidos (575 L), Australia (493 L), Italia (386 L) y Japón (374L) (Valdelamar 2017). Las políticas públicas en la Ciudad de México se han enfocado en aumentar la oferta de agua en vez de gestionar la demanda (Torres Bernardino 2017). La oferta se ha incrementado a través de infraestructuras como el Sistema Lerma-Cutzamala y los pozos cada vez más profundos en el acuífero. Incrementar la oferta ha afectado a las poblaciones que habitan las cuencas donadoras, a la población de la ciudad, al medio ambiente y al ciclo hidrológico de la región. Es urgente una nueva cultura del agua con políticas públicas que gestionen la demanda y tomen en cuenta el derecho al agua de la población de las cuencas donadoras, el caudal necesario para la conservación ecológica y el bienestar público. Como ejemplo, el indicador usado en México (grado de presión sobre los recursos hídricos) (CONAGUA 2018) debe modificarse al indicador de estrés hídrico que ya considera el caudal mínimo para un ecosistema saludable en cada cuenca (FAO 2018). Las tarifas bajas y subsidios no reflejan la escasez de agua potable, como también ocurre en las zonas de riego del país (Dinar et al. 2008), y no estimulan la modificación de prácticas como el ahorro de agua, el reciclaje o reúso de agua residual, la reparación de fugas (que pierden el 40% del

agua potable) o la captación de agua de lluvia (Chelleri et al. 2015). Los subsidios deben rediseñarse para beneficiar a la población más marginada y cubrir el costo del servicio del agua. En la población de la Ciudad de México la cultura del agua es fundamental para transitar del concepto del agua como un recurso inagotable y gratuito a un recurso escaso, vital (Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. 2006) y cuyo servicio tiene un costo que se incrementa en la medida que son necesarios procesos más costosos para descontaminar el agua, obtenerla desde distancias cada vez mayores o a mayor profundidad. A pesar de programas como Hipoteca Verde del INFONAVIT que asigna un monto extra al préstamo hipotecario destinado a la instalación de ecotecnologías (Infonavit 2020), entre ellos sistemas de ahorro de agua, a nivel doméstico aún no se ha difundido la instalación de sanitarios, regaderas o llaves de bajo consumo (SACMEX 2012a). La legislación también se está modificando lentamente, como ejemplo se está proponiendo una modificación a la Ley del Derecho al Acceso, Disposición y Saneamiento del Agua de la Ciudad para el uso de sanitarios ahorradores de agua y mingitorios secos en baños públicos (Congreso de la Ciudad de México 2020).

Capítulo 3. Comunidades científicas en la investigación del agua potable de la Ciudad de México

3.1 Antecedentes

El estudio del agua potable en México está incrementándose y entre los países latinoamericanos este país ocupa el segundo puesto después de Brasil (Tapia-Pacheco et al. 2020) y sobresale como el décimo país que más produce documentos científicos sobre arsénico en el agua potable (Abejón y Garea 2015). Los agentes centrales de la investigación en México son las universidades y centros de investigación públicos. Sin embargo, no se encontraron estudios sobre las comunidades científicas que participan en la investigación del agua potable en el país o en regiones geográficas específicas. La identificación y caracterización de las comunidades de investigadores se realiza efectivamente al conjuntar las herramientas cuantitativas con el análisis de redes sociales.

Los estudios cuantitativos proveen información de las actividades de los científicos, especialmente sobre las tendencias temporales y espaciales. Existen diversos estudios que han empleado las herramientas cuantitativas para explorar el estado de la investigación del agua y sus subtemas mediante el análisis de las publicaciones científicas indexadas en Web of Science (WoS) y sus diferentes colecciones (Dai et al. 2015b; Fu et al. 2013; Kolle et al. 2017; Li et al. 2018). Estos estudios se centran en generar información de las tendencias de investigación, el estado del desarrollo tecnológico y científico, la colaboración internacional y la posición relativa que ocupa un país en el contexto mundial. En los países con problemas en la gestión de los recursos hídricos estas evaluaciones son fundamentales. A continuación, se describen estudios internacionales seleccionados para ejemplificar el uso de las herramientas cuantitativas en países con estrés hídrico. El primer ejemplo analiza la investigación en India sobre la calidad del agua usando las publicaciones indexadas en la *Core Collection* de WoS. Sus objetivos incluyen caracterizar los documentos por su calidad y posicionar su investigación en relación a los países más representativos, analizar las tendencias de colaboración e identificar las principales organizaciones, revistas y temas de investigación (Nishy y Saroja 2018). El segundo ejemplo estudia las

coautorías y sus atributos en publicaciones indizadas en WOS en el área *water research* con autores de la comunidad de desarrollo de Africa del Sur. El estudio se enfoca en identificar las instituciones, colaboraciones, temas y países más representativos (Pouris 2018). La cienciometría también se ha aplicado en temas más delimitados como muestra el estudio sobre la investigación en agua enfocada en el río Yangtze, el río más largo de China, usando las publicaciones indizadas en la *Science Citation Index Expanded* (SCI-Expanded) y la *Social Science Citation Index* (SSCI) de WOS (Chen et al. 2018). El objetivo fue identificar la tendencia a través del tiempo y a los principales: autores, instituciones, países, revistas y temas.

Por otra parte, el análisis de redes sociales se ha empleado para estudiar los patrones de colaboración en la investigación del agua. Como ejemplo se describen tres publicaciones. La primera usa herramientas estadísticas para identificar a los actores centrales de la red formada por la co-participación de instituciones en los Framework Programmes Europeos para la investigación del agua con información indizada en la base de datos EUPRO. Este estudio analiza la colaboración intersectorial e internacional para caracterizar las instituciones más centrales y la distribución geográfica de los proyectos en la Unión Europea (Heringa et al. 2016). Las publicaciones segunda y tercera utilizan la representación visual de la red y el análisis estadístico. La segunda publicación estudia la colaboración intersectorial, interdisciplinaria e internacional en una red generada con la co-asistencia a sesiones de un congreso especializado en agua urbana. A través de la red se identifican las principales comunidades temáticas de investigadores y complementa los hallazgos con un análisis cienciométrico de las publicaciones indizadas en las cinco colecciones de WOS para caracterizar la evolución de la colaboración interdisciplinaria, intersectorial e internacional (Wen et al. 2015). El último estudio analiza con medidas de centralidad una red de coautoría generada con las publicaciones en ciencias del agua indizadas en WOS para identificar los patrones de colaboración entre India y Francia y la influencia de dos laboratorios (Bhattacharya y Bhattacharya 2017).

3.2 Metodología

Se identificaron las comunidades de investigadores que estudiaron el agua potable de la Ciudad de México desde el 2004 hasta el 2018. Para tal fin, el análisis de redes sociales y las herramientas cuantitativas fueron aplicadas a las publicaciones indizadas en la *Core Collection* de la *Web of Science* (WoS), en Scopus y en la Biblioteca de Conocimiento del Agua del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (CENCA – IMTA) (IMTA, 2019). El IMTA es la institución nacional encargada de coordinar el desarrollo científico y tecnológico en el campo del agua (CONAGUA 2006). Los documentos de la CENCA-IMTA corresponden a publicaciones y proyectos tecnológicos de este centro de investigación público. A partir de la revisión de antecedentes, se seleccionaron los siguientes indicadores cuantitativos del estado de la investigación: la evolución de la producción y su situación respecto a las publicaciones nacionales especializadas en agua potable; y los autores, las instituciones, las revistas, las áreas de investigación, las citas y los países más representativos. Las comunidades científicas se identificaron a través del examen de la red de coautorías. Los patrones de colaboración se identificaron con la visualización de una red de colaboración interinstitucional.

La mayoría de las investigaciones sobre agua potable de la ciudad se realizan con la participación de autores ubicados en México (Tapia-Pacheco et al. 2020), es por ello que el análisis se centrará en estos documentos. En cada base de datos se realizaron dos búsquedas en el período 2004-2018, la primera para identificar los documentos científicos sobre agua potable con al menos un autor afiliado a una institución mexicana y la segunda para seleccionar los documentos sobre el agua potable de la Ciudad de México. Para la primera búsqueda en WoS y Scopus se usaron las palabras clave *water** AND (*potab** OR *drink**) en el campo del tema y los resultados se filtraron seleccionando a México en la afiliación de los autores. En la biblioteca CENCA-IMTA se buscaron los proyectos técnicos y publicaciones sobre agua potable usando el operador de búsqueda:

TEMA: agua AND (eficiente OR captación OR precipitaciones OR potable OR acceso OR abastecimiento OR cuenca OR calidad OR cantidad OR disponibilidad OR seguridad OR hídrica OR ciudades OR consumo OR eficiente OR administración OR pozos OR fugas OR derecho OR redes OR organismos OR

operadores OR política OR disponibilidad OR gestión OR integrada OR sostenible)
NOT (riego or agricultura)

En la segunda búsqueda en WoS y Scopus se usaron las palabras clave: *water** AND (*potab** OR *drink**) AND “Mexico City” en el campo del tema. En la CENCA-IMTA se identificaron entre los títulos de los documentos recuperados en la primera búsqueda aquellos que correspondían a la Ciudad de México o sus sistemas de importación de agua potable Cutzamala y Lerma. El resultado de las búsquedas fue para la investigación nacional de agua potable (investigación nacional de agua potable de la Ciudad de México): 1007 (52) documentos indizados en WoS, 996 (62) indizados en Scopus y 1027 (45) documentos indizados en la CENCA-IMTA. Los resultados de la primera búsqueda se usaron para visualizar la evolución de la investigación nacional en agua potable y compararla con la investigación del agua potable de la Ciudad de México. Los resultados de la segunda búsqueda fueron analizados con más profundidad. Para identificar los documentos redundantes indizados en WoS y Scopus, se compararon los títulos de los documentos y se realizaron búsquedas de los títulos para identificar documentos que no aparecieron en la búsqueda inicial. Los nombres de los autores se normalizaron usando el *Open Researcher and Contributor ID* (ORCID) cuándo estaba disponible y con la información de los directorios electrónicos de las instituciones de afiliación. Los autores afiliados al SNI se identificaron con las bases de datos de los años: 2004-2006, 2008 y 2010-2018 (CONACYT 2019a). Los informes de citas se obtuvieron con las herramientas analíticas de WOS y Scopus. Se identificaron las autocitas con un diccionario con las diferentes formas de los nombres de los autores. Adicionalmente para el análisis, los documentos del agua potable de la Ciudad de México se dividieron en dos muestras de acuerdo con el objetivo de su publicación. La primera muestra comprende los documentos destinados a contribuir al conocimiento científico: artículos originales, ponencias, revisiones y libros indizados en WoS, en Scopus y en la CENCA-IMTA. La segunda muestra está integrada por los informes de proyecto del IMTA que están destinados a reportar proyectos técnicos realizados en la ciudad. Las redes de coautoría y colaboración interinstitucional se generaron con el programa computacional Gephi v.0.9.2

|Capítulo 3. Comunidades científicas en la investigación del agua potable (Bastian et al. 2009). Los componentes y comunidades se identificaron con las funciones de componentes conectados y modularidad respectivamente.

Para complementar la caracterización de los autores y su área de especialización se usó la base de datos del Sistema Nacional de Investigadores (SNI). El SNI es un instrumento de política pública creado en la década de los 80 para disminuir la emigración de investigadores (Lopez-Olmedo et al. 2017). Los investigadores afiliados cuentan con grado de doctorado o equivalente. Uno de los requisitos para la afiliación es una cantidad específica de citas, publicaciones en el *Journal Citation Reports* (JCR), y recursos humanos formados de acuerdo con la categoría solicitada y su área de especialidad. Existen cuatro categorías de menor a mayor grado de reconocimiento: candidato y los niveles 1, 2 y 3. El nivel 3 se otorga a investigadores reconocidos a nivel internacional. Los investigadores líderes en su línea de investigación se ubican en el nivel 2. El nivel 1 corresponde a investigadores que realizan investigación original y de calidad consistentemente. El nivel candidato se otorga a investigadores con aptitudes para llegar al nivel I en máximo tres años. El nivel del SNI determina el monto del incentivo económico que se otorga al investigador. Las áreas de especialidad de los investigadores se clasifican en siete tipos: área 1, físico matemáticas y ciencias de la tierra; área 2, biología y química; área 3, ciencias médicas y de la salud; área 4, humanidades y ciencias de la conducta; área 5, ciencias sociales; área 6: biotecnología y ciencias agropecuarias; y área 7: ingenierías. (CONACYT 2019b).

3.3 Resultados y discusión

Con la estrategia de búsqueda se identificaron 115 documentos científicos sobre el agua potable de la Ciudad de México publicados desde el 2004 hasta el 2018 con al menos un autor afiliado a una institución mexicana. Los documentos indizados en WoS y Scopus simultáneamente son: 45 artículos originales, 1 ponencia y 2 revisiones. En Scopus están indizados 7 artículos originales, 5 ponencias y 1 revisión. En WoS están indizados 2 artículos originales, 1 resumen de ponencia y 1 ponencia. En la CENCA-IMTA están indizados 5 libros y 45 informes de proyectos, todos en español. El idioma predominante en WoS (Scopus) es el inglés con 40 (48) documentos. Los artículos originales indizados en WoS y Scopus, y los informes de

proyectos del IMTA representan la mayor parte de esta muestra (47% y 39% respectivamente). En las tres bases de datos, la producción científica evoluciona con aumentos y decrementos en todo el período (figura 3). En algunos años la producción llega a ser cero y la cantidad máxima de documentos publicados en un año es ocho. México se ubica en el segundo lugar de Latinoamérica por la cantidad de documentos sobre agua potable en WoS y Scopus (Tapia-Pacheco et al. 2020). Sin embargo, la investigación especializada en el agua potable de la Ciudad de México representa una proporción pequeña de la investigación nacional: 5.16% (6.23%, 4.48%) en WoS (Scopus, CENCA-IMTA). La investigación del agua potable en el país creció de forma más estable que la investigación del agua potable de la ciudad. Este resultado puede indicar que la producción científica sobre agua potable de la ciudad depende de factores específicos que no inciden en la investigación nacional en la misma área de estudio; esta hipótesis puede ser explorada en futuros estudios.

3.3.1 Instituciones y colaboración intersectorial

Se identificaron 34 instituciones nacionales que publicaron documentos sobre el agua potable de la ciudad y estas instituciones colaboraron con 11 instituciones extranjeras. Sin embargo, solo 15 instituciones publicaron más de un documento. De estas 15 instituciones una no está en México y es el IRDUG de Francia que colaboró en 3 documentos con la UNAM. De las 14 instituciones restantes la mayoría están ubicadas en la ciudad o en estados cercanos (fig. 4). La UNAM y el IMTA concentraron la investigación significativamente. En WoS y Scopus los autores de la UNAM están presentes en 40 documentos. En segundo lugar, está la UAM, le sigue el IPN y en cuarto lugar está el CINVESTAV con 10, 6 y 4 documentos respectivamente. El IMTA es relevante por los 46 proyectos técnicos que realizó además de publicar 3 libros, un artículo y una ponencia. El 73.33% de todas las instituciones son universidades o centros de investigación. De las universidades mexicanas solo dos son privadas, el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) y la Universidad Anáhuac (UANáhuac).

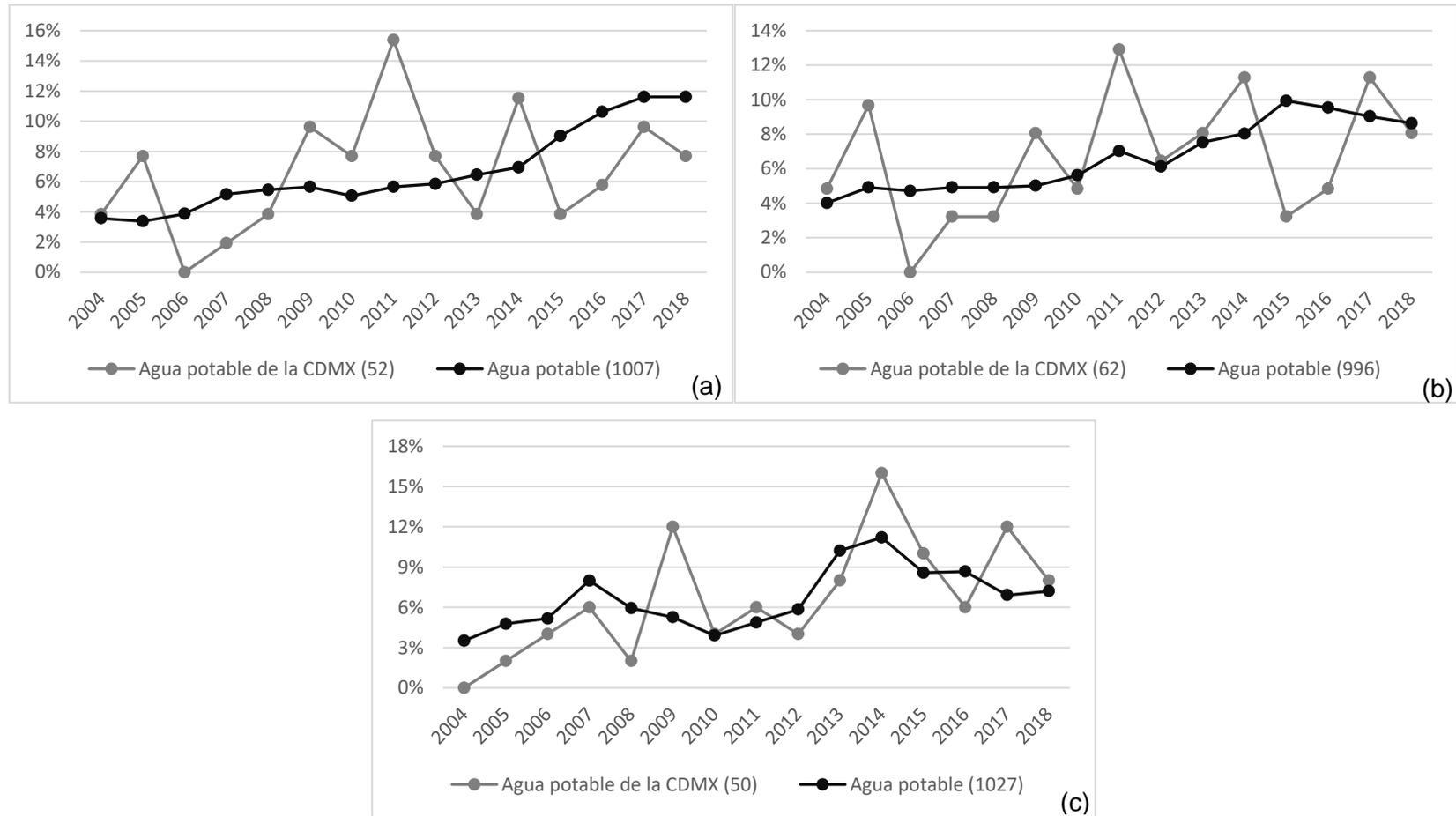


Fig. 3 Evolución de los documentos publicados por instituciones mexicanas sobre el agua potable y sobre el agua potable de la Ciudad de México 2004-2018. En WoS (a), en Scopus (b) y en CENCA-IMTA (c). Los números entre paréntesis representan cantidad de documentos indizados en cada base de datos. El eje vertical representa la producción anual relativa a la cantidad de documentos publicados en el período 2004-2018 en cada base de datos.

El 15.56% de las instituciones pertenecen a sectores diferentes al académico. En la producción de los documentos participaron dos asociaciones civiles, cinco empresas privadas y cuatro organismos de gobierno. Los documentos sobre agua potable de la ciudad de México también serán divididos para su análisis en dos muestras de 70 y 45 documentos respectivamente: la primera está integrada por los documentos indizados en WoS y Scopus y los libros indizados en la CENCA-IMTA; la segunda muestra comprende los informes de proyecto del IMTA. En el 10% de los 70 documentos de la primera muestra hubo colaboración entre instituciones de más de un sector. Sobresalen las colaboraciones entre asociaciones civiles – universidad / centro de investigación y sector privado – gobierno – universidad / centro de investigación con dos documentos respectivamente. Estos resultados son similares a los patrones observados en la colaboración intersectorial en la investigación del agua urbana indizada en WoS: una colaboración intersectorial incipiente en la que las universidades y centros de investigación tienen un rol central y predominante (Wen et al. 2015); sin embargo la fracción de documentos con colaboración interinstitucional fue mayor en ese estudio y fluctuó entre el 15% y el 20% del 2004 al 2012.

A continuación, se describe la participación de las instituciones de sectores diferentes al académico. Las asociaciones civiles que participaron son Isla Urbana y TTWCWM. La primera asociación civil es mexicana y se enfoca en la captación de agua de lluvia como alternativa sostenible y colaboró con la UNAM en un documento. La segunda es internacional con instalaciones en México y genera conocimiento para resolver problemas de las naciones en desarrollo para la gestión sostenible del agua. Esta asociación colaboró en un documento con la UNAM y el Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora (IMora) y publicó otro documento sin colaborar con otra institución. Ambas asociaciones civiles tienen un enfoque interdisciplinario. Dos empresas privadas no colaboraron con universidades o centros de investigación. TUBESA publicó una memoria de congreso que aborda tuberías especiales para suelos corrosivos usadas en la red de distribución de la ciudad. La Compañía Mexicana de Exploraciones S.A. de C.V. (COMESA) publicó un artículo con la participación de los organismos gubernamentales CONAGUA, SACMEX Y PEMEX. El tema de este artículo es una

|Capítulo 3. Comunidades científicas en la investigación del agua potable nueva metodología de reflexión sísmica para prospección de agua subterránea en la ciudad. De las tres empresas restantes la primera es un consultor independiente de Estados Unidos que colaboró con la CONAGUA y la UWA (Australia) en un artículo sobre consumo de agua doméstica. La segunda es Lesser y Asociados (LA) que publicó un artículo sobre calidad del agua y balance hídrico del acuífero del Valle del Mezquital; en un futuro este acuífero puede proveer agua potable a la ciudad, en colaboración con la UNAM y la Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado del Estado de Hidalgo (CEAAH). La tercera es la Consultoría Ambiental y Estadística (CA) que colaboró con la UNAM en un artículo sobre calidad microbiológica del agua.

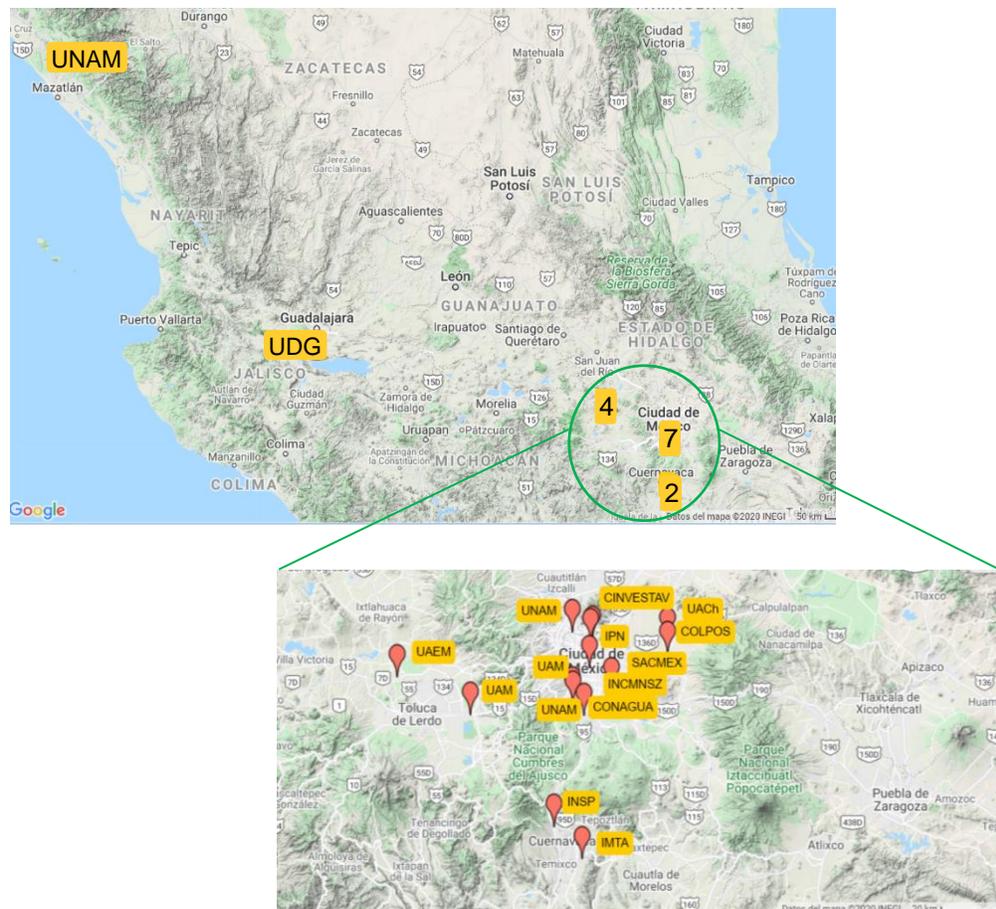


Fig. 4 Distribución geográfica de las instituciones nacionales con más de una publicación sobre el agua potable de la Ciudad de México, 2004-2018. Elaboración propia con GmapGis.

3.3.2 Autores

En los documentos del agua potable de la ciudad participaron 231 autores. Los documentos indizados en WoS y Scopus y los libros indizados en CENCA-IMTA fueron producidos por 207 autores. Los informes de proyectos del IMTA fueron elaborados por 30 autores. Hay 6 autores que realizaron informes de proyectos y también publicaron libros. En la tabla 3 se muestra a los autores distribuidos por género y afiliación al SNI. En esta tabla se excluyen tres autores: SACMEX porque es una institución, y a los autores Vargas M. y Espinosa Garcia, S. de quienes no se obtuvo información. Los autores del género masculino constituyen la mayor proporción en todas las muestras, con una diferencia más marcada la muestra de los informes de proyectos del IMTA que cuenta con 23 autores y solo 7 autoras. El 33.77% de los autores están inscritos en el SNI y la mayoría de estos autores pertenecen al nivel uno. La proporción de autoras afiliadas al SNI (32.18%) es ligeramente menor a la proporción de autores afiliados al SNI (35.46%). Sin embargo, en la muestra de los informes de proyectos del IMTA, la mayoría de los autores (80.00%) no pertenece al SNI y este porcentaje es mayor en el género masculino (86.96%). Los autores afiliados al SNI pertenecen a todas las áreas de investigación, con excepción del área 4 humanidades y ciencias de la conducta. Las áreas de investigación con más autores SNI son el área 1 físico matemáticas y ciencias de la tierra, el área 5 ciencias sociales, el área 7 ingeniería y el área 3 ciencia médicas y de la salud. En la muestra de WoS, Scopus y libros CENCA-IMTA se observa que en las áreas 7 ingenierías y 3 ciencias médicas y de la salud predomina el género masculino. En la muestra de los proyectos técnicos del IMTA el área 7 ingenierías es la más frecuente para ambos géneros, seguida por el área 6 biotecnología y ciencias agropecuarias en el género femenino. La diferencia en las áreas de investigación y pertenencia al SNI entre la muestra de informes de proyectos del IMTA y la muestra de WoS, Scopus y libros CENCA-IMTA puede explicarse por la naturaleza de los proyectos técnicos que desarrolla el IMTA y el espectro disciplinar más amplio desde dónde se aborda la investigación en las universidades y centros de investigación, así como los requisitos de las instituciones para sus investigadores.

c

SNI nivel y área	(a) WoS/Scopus/Libros CENCA-IMTA [207, 89.61]				(b) Proyectos IMTA [30, 12.99]				(c) Autores únicos [231, 100.00]				Total	% T	
	F(a)	% de F(a)	M(a)	% de M(a)	F(b)	% de F(b)	M(b)	% de M(b)	F(c)	% de F(c)	M(c)	% de M(c)			
Total	80	100.00	124	100.00	7	100.00	23	100.00	87	100.00	141	100.00	231	100.00	
No SNI	55	68.75	75	60.84	4	57.14	20	86.96	59	67.82	91	64.54	150	64.94	
SNI	25	31.25	49	39.52	3	42.86	3	13.04	28	32.18	50	35.46	78	33.77	
Nivel SNI	C	2	2.5	8	6.45	0	0.00	0	0.00	2	2.30	8	5.67	10	4.33
	I	12	15.00	24	19.35	1	14.29	3	13.04	13	14.94	25	17.73	38	16.67
	II	7	8.75	12	9.68	2	28.57	0	0.00	9	10.34	12	8.51	21	9.09
	III	4	5.00	5	4.03	0	0.00	0	0.00	4	4.60	5	3.55	9	3.90
Área SNI	1	7	8.75	9	7.26	0	0.00	0	0.00	7	8.05	9	6.38	16	6.93
	2	4	5.00	5	4.03	0	0.00	0	0.00	4	4.60	5	3.55	9	3.90
	3	4	5.00	9	7.26	0	0.00	0	0.00	4	4.60	9	6.38	13	5.63
	4	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0.00
	5	6	7.50	10	8.06	0	0.00	2	8.69	6	6.90	10	7.09	16	6.93
	6	2	2.50	7	5.65	1	14.29	0	0.00	3	3.45	7	4.96	10	4.33
	7	2	2.50	9	7.26	2	28.57	1	4.35	4	4.60	10	7.09	14	6.06

Tabla 4. Autores más productivos de documentos sobre el agua potable de la Ciudad de México (2004-2018) en la muestra de documentos indizados en WoS y Scopus y libros de la CENCA-IMTA. Elaboración propia con datos de WoS, Scopus, CENCA-IMTA y la base de datos del SNI.

Clave	Nombre	Género	Nivel SNI	Área SNI	Institución	Agua potable CDMX (70)	% de 70	Agua potable en WoS (1007)	% de 1007
1	Mazari Hiriart, Marisa	F	2	1	UNAM	8	11.43	10	1.0
2	Jiménez Cisneros, Blanca Elena	F	3	7	UNAM	6	8.57	12	1.2
3	Gutiérrez Tolentino, Rey	M	2	6	UAM	5	7.14	5	0.5
4	Vega t Leon, Salvador	M	1	6	UAM	5	7.14	4	0.4
5	Lopez Vidal, Yolanda	F	3	3	UNAM	4	5.71	5	0.5
6	Ortiz Salinas, Rutilio	M	4	1	UAM	4	5.71	4	0.4
7	Schettino Bermúdez, Beatriz	F	NA	NA	UAM	4	5.71	4	0.4
8	Almeida Leñero, Lucia Oralia	F	NA	NA	UNAM	3	4.29	3	0.3
9	Diaz Avalos, Carlos	M	2	1	UNAM	3	4.29	4	0.4
10	Duwig, Celine	F	NA	NA	IRDUG Francia	3	4.29	4	0.4
11	Espinosa Garcia, Ana Cecilia	F	1	1	UNAM	3	4.29	5	0.5
12	Fernández Rendon, Elizabeth	F	NA	NA	IPN	3	4.29	2	0.2
13	Jujnovsky, Julieta	F	NA	NA	UNAM	3	4.29	3	0.3
14	Prado Pano, Blanca Lucia	F	1	1	UNAM	3	4.29	4	0.4

Tabla 5. Autores más productivos de documentos sobre el agua potable de la Ciudad de México (2004-2018) en la muestra de informes de proyectos del IMTA. Elaboración propia con datos de WoS, Scopus, CENCA-IMTA y la base de datos del SNI.

Clave	Nombre	Género	Nivel SNI	Área SNI	Institución	Agua potable CDMX (45)	% de 45	Agua potable CDMX en WoS/ Scopus/Libros CENCA-IMTA (70)	% de 70	Agua potable en CENCA-IMTA (1027)	% de 1027
1, 139	Lopez Ramirez, Eduardo	M	NA	NA	IMTA	5	11.11	1	1.43	12	1.17
2	Gonzalez Hita, Luis	M	NA	NA	IMTA	4	8.89	NA	NA	19	1.85
3, 145	Martinez Ruiz, Jose Luis	M	1	5	IMTA	4	8.89	1	1.43	13	1.27
4	Balancan Soberanis, Jose Alberto	M	NA	NA	IMTA	3	6.67	NA	NA	4	0.39
5	Hansen Hansen, Anne Margrethe	F	2	7	IMTA	3	6.67	NA	NA	12	1.17
6	Mejia Gonzalez, Miguel Ángel	M	NA	NA	IMTA	3	6.67	NA	NA	7	0.68

La mayoría de los autores solo publicaron un documento en el período de estudio: 152 (73.43%) autores de la muestra de WoS, Scopus y libros CENCA-IMTA, y 19 (63.33%) autores de los informes técnicos del IMTA. La producción de artículos originales, ponencias, revisiones y libros está concentrada en 14 autores (tabla 3), la mayoría de la UNAM, de género femenino y afiliados al SNI. Una de estas autoras está afiliada a un instituto de investigación francés. Los 13 autores restantes están afiliados a instituciones mexicanas. Los autores más productivos de los informes de proyectos del IMTA son seis (tabla 4), solo hay una autora del género femenino y solo dos autores pertenecen al SNI. Al comparar la cantidad de publicaciones de estos autores sobre el agua potable de la Ciudad de México con las publicaciones sobre agua potable, se observa que los autores de los artículos originales, ponencias, revisiones y libros están más especializados en el agua potable de la ciudad (con excepción de las primeras dos autoras), que los autores que realizaron los informes de proyectos del IMTA.

3.3.3 Análisis de redes interinstitucionales

Las redes de colaboración entre instituciones y entre autores se realizaron para las dos muestras: artículos, ponencias, revisiones y libros indizados en WoS, Scopus y la CENCA-IMTA e informes de proyectos del IMTA indizados en la CENCA-IMTA. En la figura 5 se visualiza la red de colaboración entre las instituciones del primer grupo (WoS / Scopus / libros CENCA - IMTA). La red resultante tiene baja densidad e indica que la colaboración interinstitucional es escasa. En la red, la UNAM tiene una posición central y colaboró con 22 instituciones. La colaboración interinstitucional del resto de instituciones que son relevantes en la publicación de documentos (UAM, IPN, CINVESTAV) es mínima comparada con la de la UNAM. Pocas instituciones están aisladas del componente conectado más grande de la red. Las instituciones aisladas son una empresa (TUBESA) y cinco universidades (UAEM, UA España, ITESM, INPRF y CESOP). Las colaboraciones sostenidas, es decir que se presentaron en más de un documento, son raras y sobresalen las siguientes: UNAM – IRDUG (Francia), UNAM – COLPOS, COLPOS – IRDUG (Francia), IPN – CINVESTAV, UNAM – UAM y UNAM – INCMNSZ. En lo referente a las colaboraciones internacionales, Francia es el país presente en más

|Capítulo 3. Comunidades científicas en la investigación del agua potable documentos (4), seguido de Alemania (2 documentos). En las relaciones México – Francia y México – Alemania interviene la UNAM, también intervienen el COLPOS y el INCMNSZ en las relaciones con Francia y Alemania respectivamente. Se observa que las universidades y centros de investigación públicos son los agentes centrales en la producción de conocimiento sobre agua potable de la Ciudad de México; estos resultados coinciden con las tendencias de colaboración intersectorial observadas en documentos indizados en WoS que estudian el agua urbana (Wen et al. 2015) y en la red de investigación del agua en la Unión Europea (Heringa et al. 2016). Entre los actores de sectores diferentes al académico sobresalen las instituciones gubernamentales CONAGUA y SACMEX por sus vínculos y cantidad de documentos publicados. En la muestra de informes de proyectos del IMTA, este instituto no colaboró con otras instituciones y por esta razón no se realizó la visualización de su red de colaboración interinstitucional.

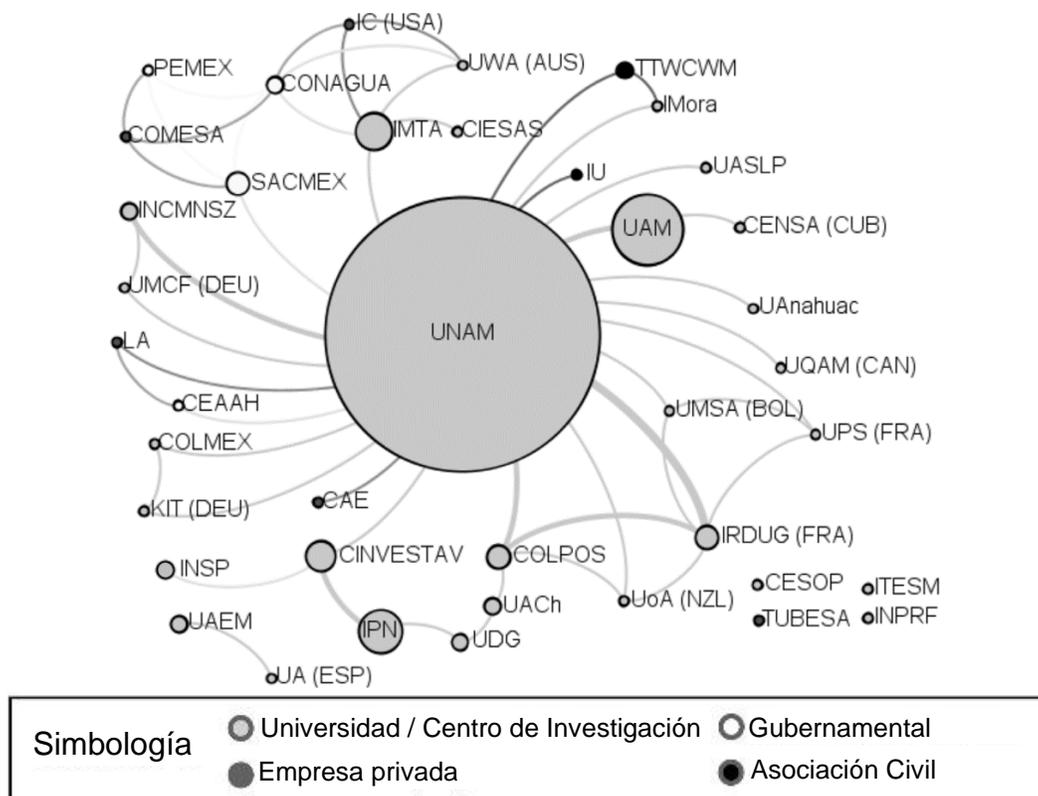


Fig. 5 Red de colaboración interinstitucional en los artículos originales, ponencias revisiones y libros sobre agua potable de la Ciudad de México indizados en WoS, Scopus y la CENCA-IMTA, 2004-2018. El tamaño de los nodos es proporcional a la frecuencia de documentos (1-40). Los vínculos corresponden a las colaboraciones y su densidad es proporcional a la frecuencia (1-3). Elaboración propia con Gephi

3.3.4 Análisis de redes de coautoría

Las redes de coautoría (figuras 6 a 9) se caracterizan por su fragmentación en ambas muestras, lo que revela escasa colaboración entre grupos de autores. La red correspondiente a los artículos originales, ponencias, revisiones y libros indizados en WoS, Scopus y la CENCA-IMTA está fragmentada en 34 componentes (figura 6). Los grupos de investigación son reducidos y casi la mitad de los componentes (41.18%) albergan menos de cuatro coautores. Los tres componentes mayores están integrados por 42, 13 y 13 autores respectivamente. Los autores afiliados al SNI están presentes en la mayoría de los componentes (79.41%) y son coautores centrales en su propio grupo. Este resultado muestra que los investigadores afiliados al SNI son relevantes en la publicación de documentos científicos sobre el agua potable de la Ciudad de México. Las áreas de investigación de los autores SNI contribuye a visualizar los patrones de colaboración interdisciplinaria. En la figura 7 se observa que en los grupos de investigadores que produjeron más documentos hay coautores de al menos dos áreas de investigación. Sobresalen las colaboraciones entre coautores de las áreas de investigación SNI: 1-2-3-7 (en el componente más grande), 7-5 (componente del autor 2), 1 y 6 (componente del autor 3), 1-6-7 (componente del autor 10) y 3-2 (componente del autor 12). En los grupos formados por 1 a 4 coautores predomina el área 5 de investigación del SNI. Estos resultados revelan una colaboración interdisciplinaria en el estudio del agua potable de la Ciudad de México; para trabajos futuros se sugiere estudiar la evolución de la interdisciplina en la investigación del agua potable en México. En la figura 8 se observa la distribución de género en los grupos de investigación. Los grupos sobresalientes en los que predominan los autores del género masculino son los de los autores 3, 2, 16 y 86. Los grupos de los autores 1 y 12 son relevantes porque predominan los autores de género femenino. Hay grupos compuestos por más hombres que mujeres en los que las coautoras produjeron más publicaciones y tienen una posición central (autoras 2, 14 y 10). En la figura 9 se muestran las comunidades de autores. Solo el componente conectado más grande se dividió en dos comunidades con 31 y 11 autores y que corresponden a los colores lila y anaranjado respectivamente. El resto de los componentes conectados constituyen una comunidad cada uno. En total se identificaron 35 comunidades.

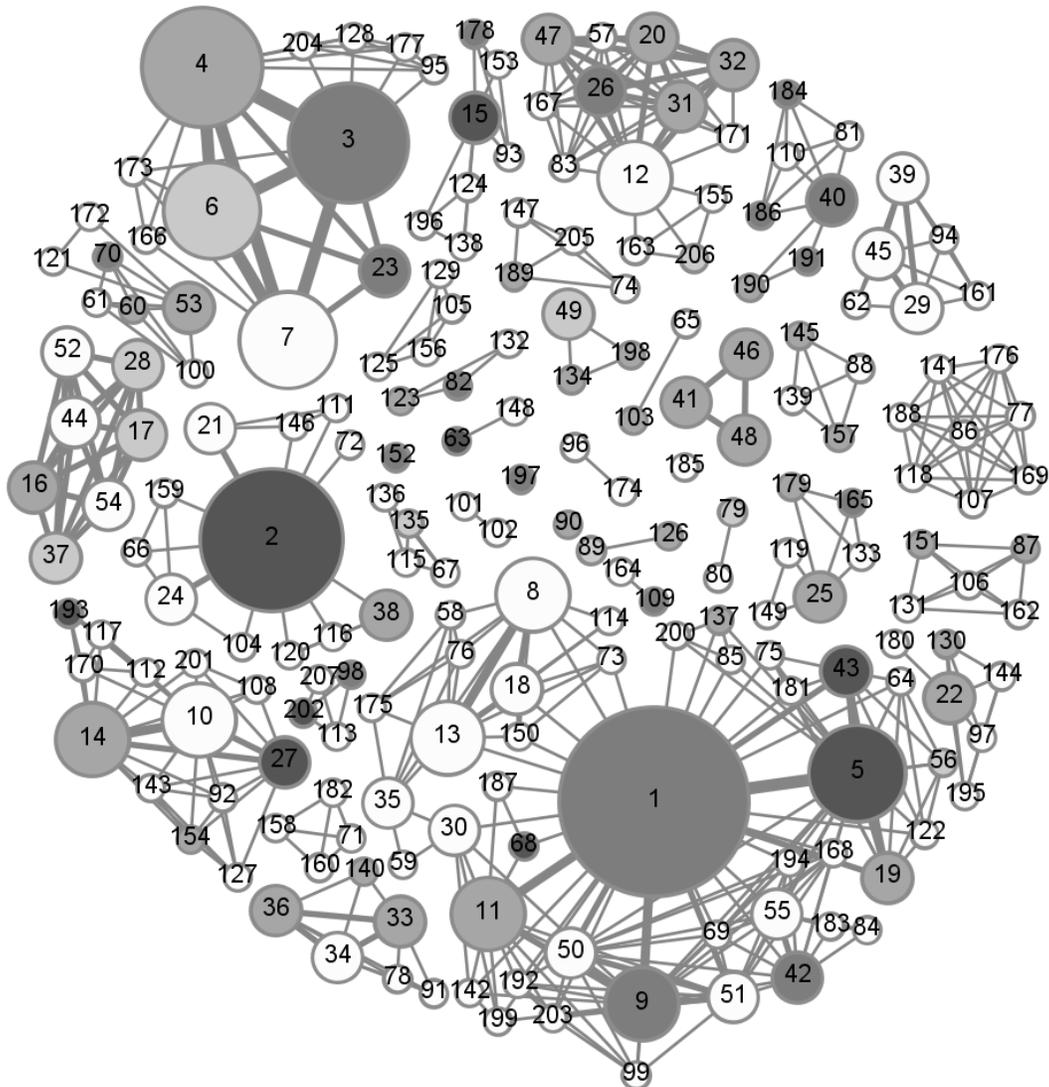


Fig 6. Red de coautoría y distribución de autores SNI 2004-2018. Se genero con los artículos, ponencias, revisiones y libros sobre agua potable de la Ciudad de México indizados en WoS, Scopus y la CENCA-IMTA. El tamaño de los nodos es proporcional a la cantidad de documentos en que el autor está presente (1-8). Y los vínculos corresponden a las relaciones de coautoría y su densidad es proporcional a la frecuencia (1-5). Elaboración propia con Gephi

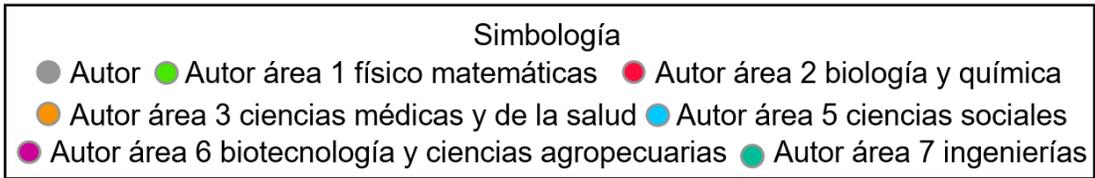
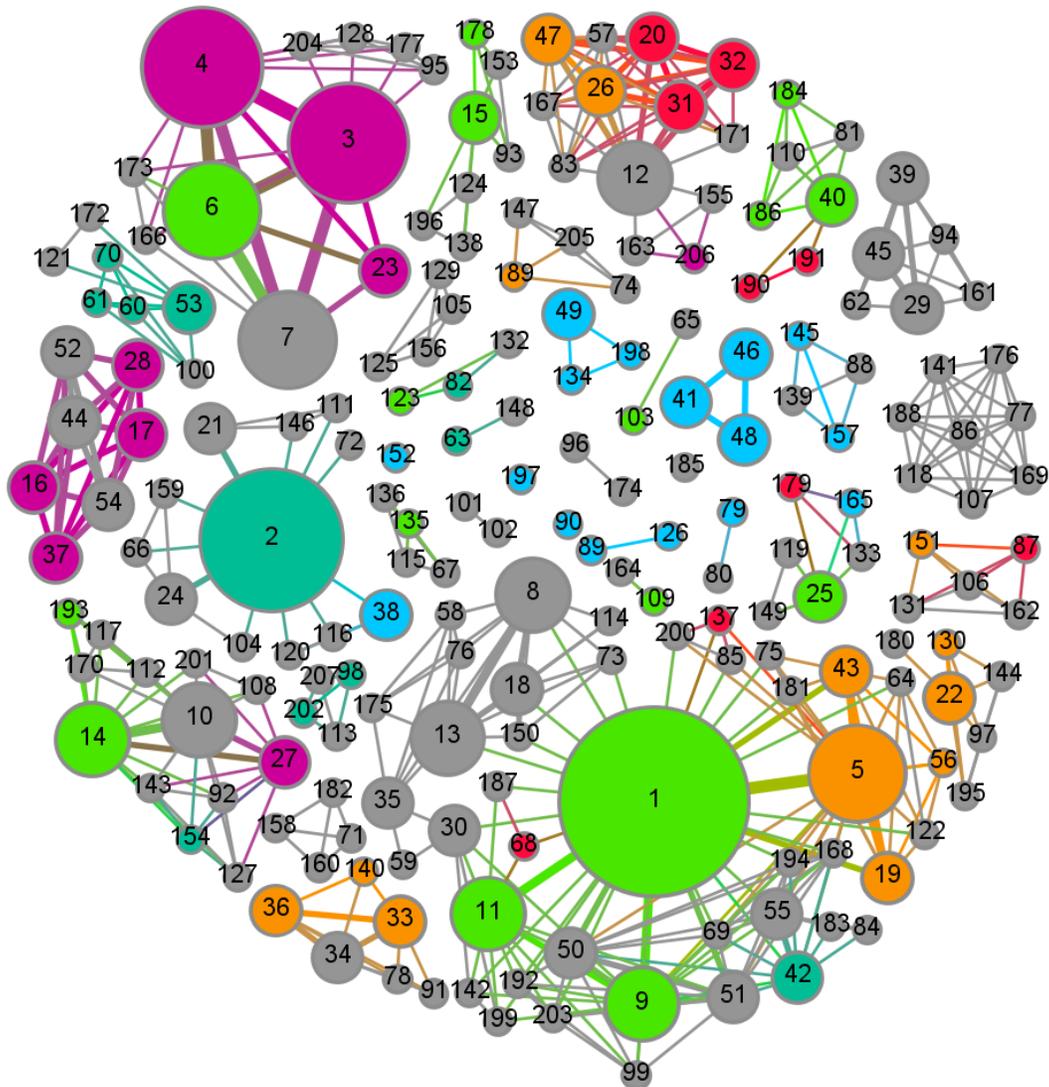


Fig 7. Patrones de colaboración interdisciplinaria en la red de coautoría de los artículos originales, ponencias, revisiones y libros sobre agua potable de la CDMX indizados en WoS, Scopus y la CENCA-IMTA, 2004-2018. Se usaron las áreas de investigación del SNI de cada coautor. Elaboración propia con Gephi

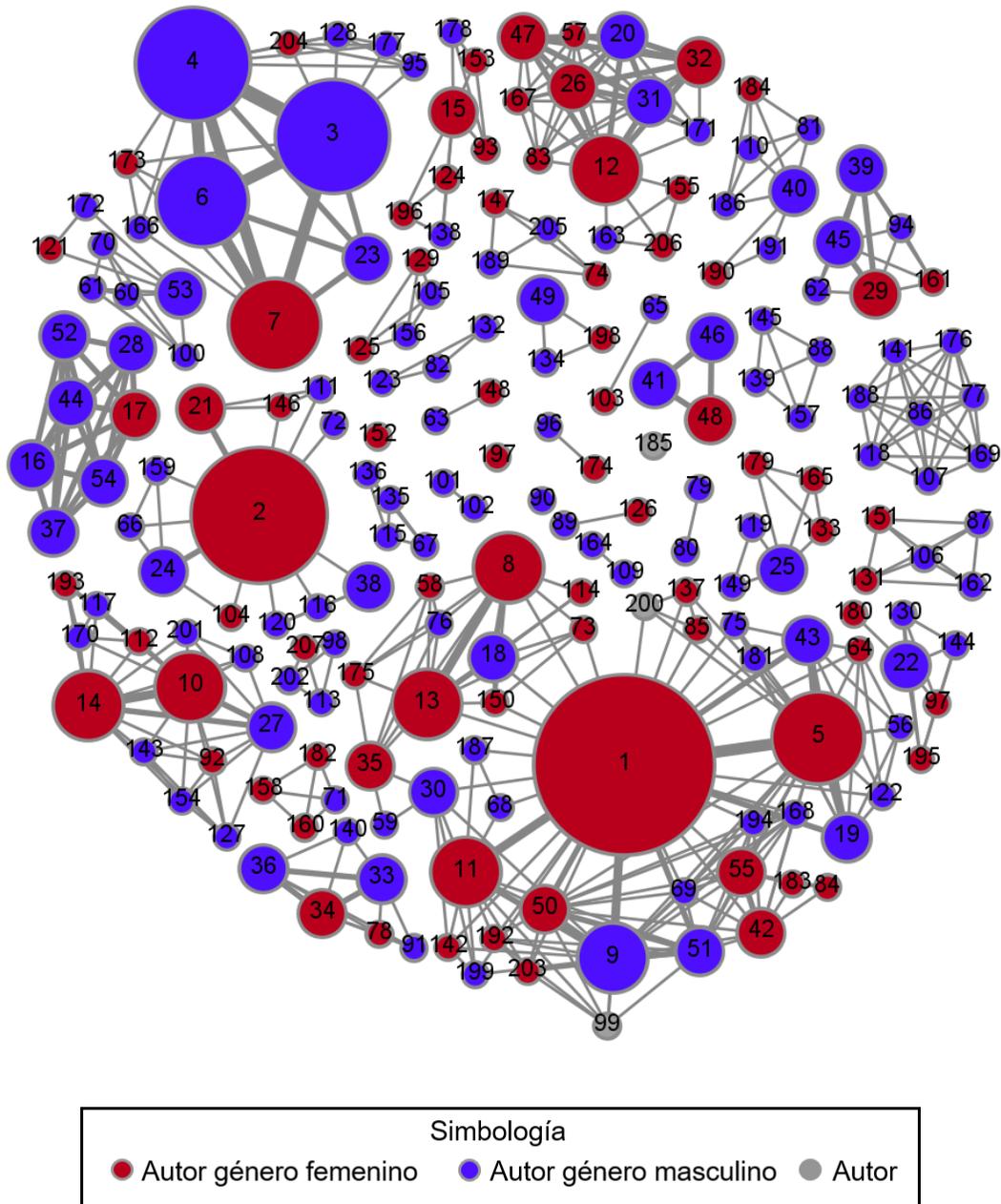


Fig. 8 Distribución de autores de acuerdo a su género en la red de coautoría de los artículos originales, ponencias, revisiones y libros sobre agua potable de la CDMX indizados en WoS, Scopus y la CENCA-IMTA, 2004-2018. Elaboración propia con Gephi

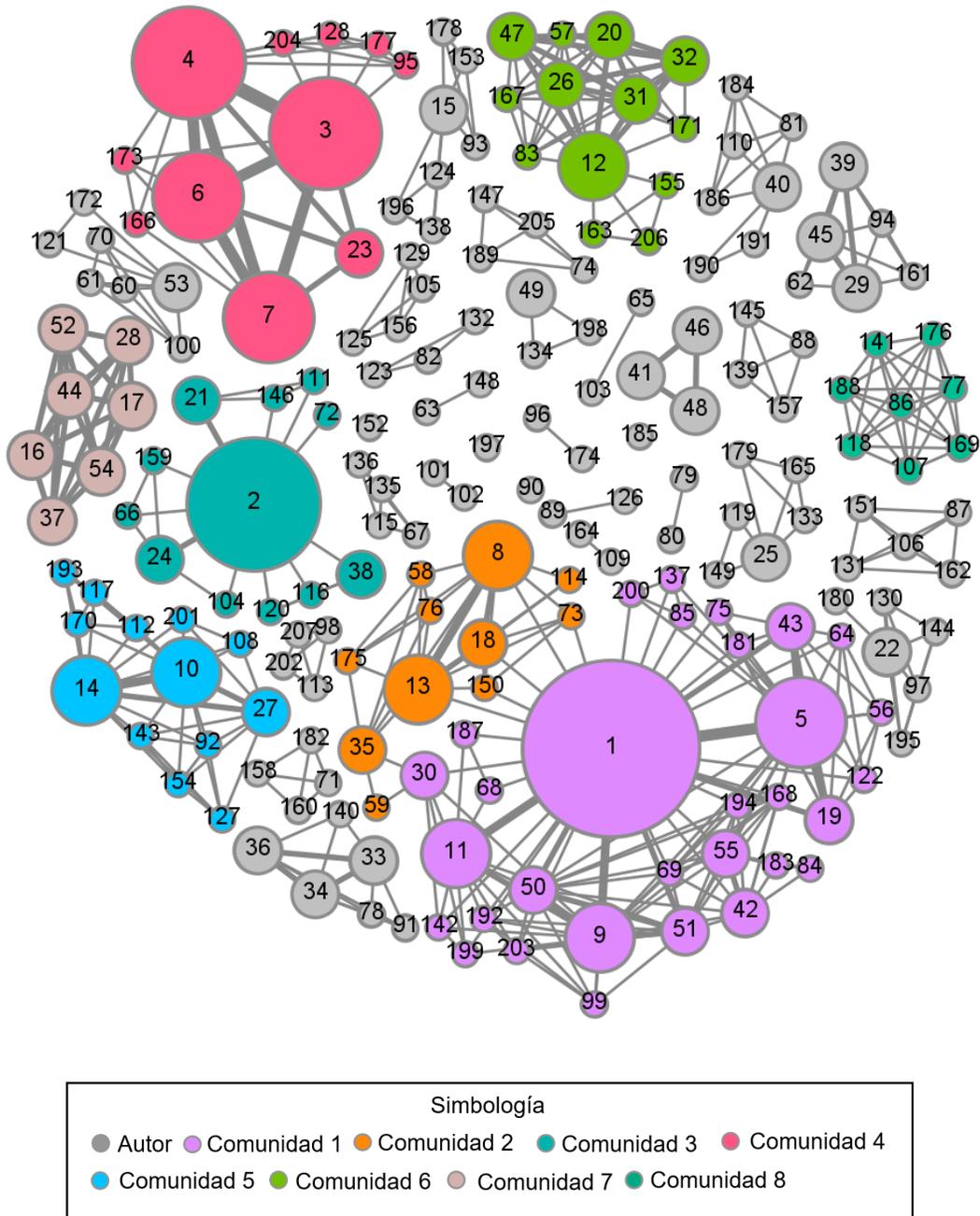


Fig. 9 Principales comunidades de la red de coautoría WoS, Scopus e IMTA de los artículos originales, ponencias, revisiones y libros sobre agua potable de la CDMX indizados en WoS, Scopus y la CENCA-IMTA, 2004-2018. Cada color representa una comunidad. Elaboración propia con Gephi

Tabla 6 Temas estudiados en las comunidades de autores de artículos originales, ponencias, revisiones y libros (2004-2018).
Elaboración propia con información de WoS, Scopus y la CENCA-IMTA.

Comunidad	Instituciones	Tema	Subtema 1	Subtema 2
1	UNAM	Calidad	Biológica	Fuentes de agua superficiales y sistema de distribución
2	UNAM	Cultura del agua	Servicios ecosistémicos	Suministro de agua
3	UNAM	Calidad	Química: contaminantes emergentes	Acuífero
4	UAM Centro Nacional de Sanidad Agrícola (Cuba)	Calidad	Química: contaminantes organoclorados ftalatos e hidrocarbonos	Agua embotellada
5	UNAM IRDUG (Francia) COLPOS UoA (Nueva Zelanda) UMSA (Bolivia) UPS (Francia)	Calidad	Química: contaminantes generados por irrigación	Acuífero
6	IPN UDG CINVESTAV	Calidad	Microbiológica	Agua potable y residual
7	COLPOS UACH UDG	Calidad	Química	Agua atmosférica

En la tabla 6 se enlistan las siete comunidades más relevantes por su producción de documentos. La mayoría de estas comunidades estudia la calidad del agua y cada comunidad se enfoca en contaminantes diferentes presentes en el agua potable y el agua fresca. La única colaboración entre comunidades fue la interacción entre la comunidad 1 y 2 que tienen temas distintos, pero pertenecen a la misma institución. La colaboración entre comunidades de autores es incipiente, aunque la investigación está concentrada en la UNAM, las comunidades de esta institución casi no colaboran entre ellas. La red coautoría generada con los informes de proyectos del IMTA se visualiza en la figura 10. La red está fragmentada y la mayoría de los documentos solo tienen un autor. Hay pocos autores afiliados al SNI y solo dos se destacan por su producción y posición central en sus grupos. Uno de los grupos mayores no tiene autores del SNI. El grupo conformado por los autores 1, 3, 9 y 10 es el que tiene vínculos más intensos. Cada grupo conectado corresponde a una comunidad y se identificaron 5 comunidades. Hay pocas autoras en la red y solo en un grupo colaboran con autores.

3.3.5 Temas de investigación

Se realizó un análisis cuantitativo de los temas de investigación presentes en los documentos publicados sobre el agua potable de la Ciudad de México. En la figura 11 se observa que la calidad del agua es el tema principal de los artículos originales, ponencias, revisiones, libros e informes de proyecto del IMTA. Los temas que siguen en importancia son las fuentes de agua, la inequidad social y las políticas y gestión. En las tablas 7 y 8 se muestra la clasificación de los documentos de acuerdo a subtemas más específicos. La clasificación mostró diferencias en el enfoque con que se abordó el estudio de la calidad del agua en los documentos científicos y en los proyectos técnicos del IMTA. En los artículos originales, ponencias, revisiones y libros la detección y la caracterización de los contaminantes es más frecuente, mientras que en los informes de proyectos del IMTA la remoción o el tratamiento son más relevantes. Los contaminantes biológicos más frecuentes son el fenómeno de eutrofización en las presas del sistema Cutzamala y las aguas negras con que se recargan los acuíferos en la ciudad y en Hidalgo. Los contaminantes químicos más frecuentes son metales, metales traza, contaminantes emergentes (micro

El estudio de las fuentes de agua está diversificado en subtemas como el uso sostenible, la recarga de acuíferos, la vulnerabilidad por el cambio climático y la captación de agua atmosférica y de lluvia. El subtema más relevante en el estudio de la inequidad social es el acceso precario al agua potable en las zonas periurbanas. En las políticas y gestión sobresalen dos subtemas, la descripción y evaluación de las políticas en la muestra de WoS, Scopus y libros CENCA-IMTA, y el incremento de la eficiencia de los organismos de cuenca en la muestra de los informes de proyectos del IMTA.

Estos resultados concuerdan con las materias de investigación más frecuentes de acuerdo a la clasificación de WoS y Scopus. Aproximadamente la mitad de los documentos están clasificados en el área de ciencias ambientales, seguido del área de ingeniería (área predominante en los coautores afiliados al SNI) (Tapia-Pacheco et al. 2020). Las revistas en las que los documentos fueron publicados son variadas y ninguna concentra más del 6% (tabla 9). La mayoría son internacionales y tienen un factor de impacto mayor que las nacionales. Las principales corresponden al área de contaminación ambiental, este resultado concuerda con el enfoque en el estudio de la calidad del agua. Las dos revistas nacionales Revista Internacional de Contaminación Ambiental, y Tecnología y Ciencias del Agua son editadas por la UNAM y el IMTA respectivamente. Al comparar los temas y subtemas identificados con la problemática de la ciudad para el acceso al agua potable explorada en el capítulo 2 se revela que la investigación realizada deja de lado temas relevantes: la gestión de la demanda de agua en vez de la oferta (los efectos sociales, ambientales y económicos de la importación de agua y sobre explotación de las fuentes locales; alternativas viables), la gobernanza participativa del agua, los subsidios con equidad social, el déficit financiero, las actualizaciones de las normas y las implicaciones de la participación del sector privado en la gestión del agua. Y también hay temas que requieren ampliarse como la inequidad social en el acceso, las políticas y modelos de gestión, y un plan de gestión sostenible a largo plazo.

3.3.6 Análisis de citas

Los artículos originales, ponencias y revisiones que recibieron más citas se muestran en la tabla 10. La cantidad de citas recibidas no considera las autocitas

|Capítulo 3. Comunidades científicas en la investigación del agua potable para poder visualizar el flujo de conocimiento hacia otros grupos de investigación. . En total 284 documentos citaron a los 12 documentos sobre agua potable de la Ciudad de México. El idioma predominante en los 284 documentos es el inglés (96.13%), en menor proporción están presentes los idiomas español (3.52%) y portugués (0.35%). El máximo de citas recibidas por documento fue de 63. La UNAM está presente en la mayoría de los artículos más citados (9 de 12). Le siguen la UAM, el CINVESTAV y el INCMNSZ con dos documentos cada uno. Solo una revista es mexicana, Hidrobiológica editada por la UNAM. La mayoría de los artículos tienen como tema el estudio de contaminantes y sus afectaciones a la salud pública de los consumidores de agua potable y se publicaron en revistas relacionadas con el estudio del medio ambiente. Los coautores de estos documentos son 48 y 29 de ellos están afiliados al SNI. Solo un coautor está afiliado a una universidad extranjera en Alemania y colaboró en un documento. En la tabla 11 se enlistan los coautores más frecuentes de los documentos más citados. Las principales coautoras son Mazari Hiriart, Mariza y Jiménez Cisneros, Blanca Elena. La mayoría de estos autores están afiliados al SNI y a la UNAM. En la tabla 12 se reportan los países que más citaron los documentos, sobresalen México y Estados Unidos. Este último país es el que más produce documentos sobre agua potable en WoS y Scopus seguido de China e India (Tapia-Pacheco et al. 2020). Francia fue el país más relevante en la colaboración con México para el estudio del agua potable de la Ciudad de México, sin embargo no es relevante entre los países que más citaron los documentos. México colaboró escasamente con países latinoamericanos para la investigación del agua potable de la ciudad, sin embargo Brasil y Argentina aparecen en el listado de países que más citaron los documentos. La tabla 13 concentra las instituciones nacionales que más citaron los documentos. Se reveló un flujo del conocimiento entre grupos de investigación dentro de la UNAM ya que esta fue la institución que más citó los documentos. Este flujo puede ser explorado en trabajos futuros. Con menor cantidad de citas, sobresalen el IPN, la UAM, la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, la UAEM y el CINVESTAV.

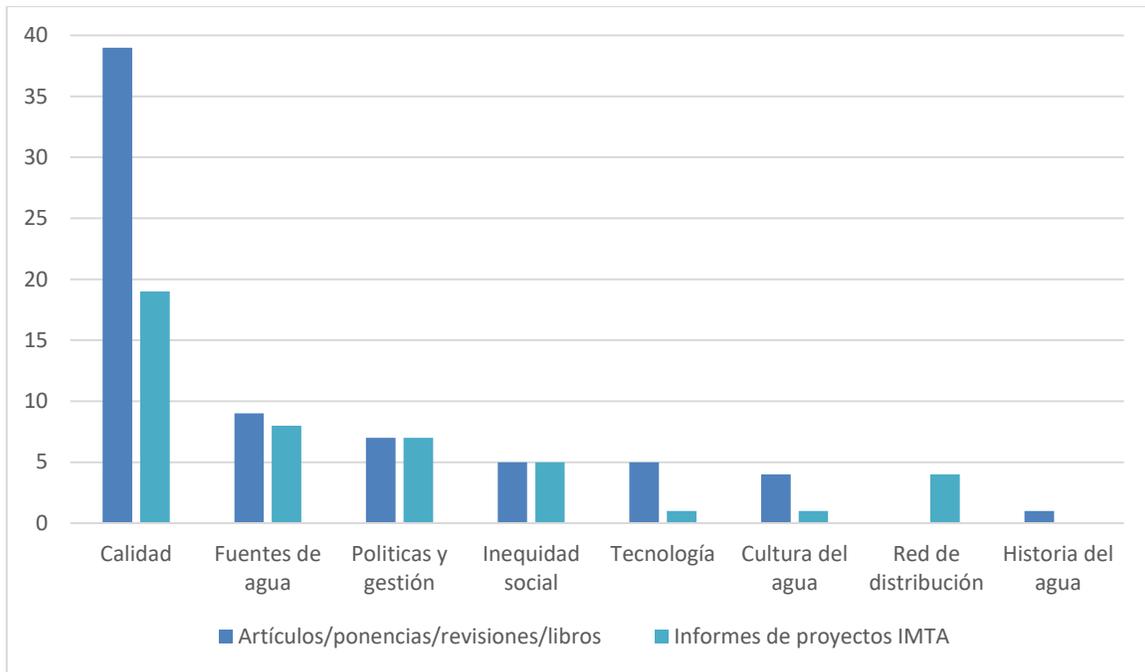


Fig. 11 Documentos sobre el agua potable de la Ciudad de México agrupados por tema, 2004-2018. Elaboración propia con información de WoS, Scopus y la CENCA-IMTA.

Tabla 7. Temas abordados en los artículos originales, ponencias, revisiones y libros indizados en WoS, Scopus y la CENCA-IMTA. Elaboración propia.

Tema	Superficial	Subterránea	Distribución	Otros	Total
1. Calidad					39
Caracterización					7
Biológica: eutrofización y aguas negras – Sistema Cutzamala y Valle del Mezquital	3	1			
Química – agrícola (nitratos), aguas negras (fármacos y metales pesados y traza) y sobre explotación (iones) – Sistema Cutzamala, Valle del Mezquital, Acuífero Toluca		4			
Detección de contaminantes					25
Biológicos – Sistema Cutzamala, acuíferos recargados con agua residual, agua hospitalaria, agua potable	1	1	4		10
Químicos - flúor, nitratos, mercurio, arsénico, plomo, hidrocarbonos, metales traza, microcontaminantes, fármacos, pesticidas, radón (radiación) – Río Tula, agua potable, acuíferos de Toluca, Valle del Mezquital, Morelos y CDMX	2	6	3	6 embotellada	15
Remoción					6

Tema	Superficial	Subterránea	Distribución	Otros	Total
Biológicos. Filtración, cloración, ozono, plantas purificadoras y fotocátalisis – Río Magdalena, agua doméstica y potable, acuífero del Valle del Mezquital	1	2	2	1 agua de lluvia	6
Químicos (convencionales y emergentes – microcontaminantes, fármacos) - plantas purificadoras, fotocátalisis, nanofiltración, membrana – Río Magdalena, manantial, acuíferos del Valle del Mezquital y de Tula	2	2		1 agua de lluvia	5
2. Cultura del agua					4
Percepciones – agua potable doméstica			2		2
Voluntad de pago – agua potable doméstica			1		1
Uso eficiente – agua potable			1		1
3. Historia del agua – agua potable			1		1
4. Políticas y gestión					7
Evaluación y descripción: acceso, sistema de aguas, participación del sector privado, gestión, consumo de agua embotellada.					7
5. Inequidad social					5
Acceso, salud infantil – agua potable			4		4
Conflictos sociales					1
6. Tecnología					5

Tema	Superficial	Subterránea	Distribución	Otros	Total
Tuberías (reemplazo y diseño para suelos corrosivos), manejo de presión de agua para distribución equitativa			4		4
Tratamiento de agua potable - manejo de residuos					1
7. Fuentes de agua					9
Prospección / recarga acuíferos		2			
Servicios ecológicos – Río Magdalena	2				
Vulnerabilidad y cambio climático					2
Soluciones					1
Condensación / captación agua de lluvia				2	2
Total por tipo de agua	11	18	22	10	

Tabla 8. Temas abordados en los informes de proyectos del IMTA. Elaboración propia con información de la CENCA-IMTA.

Tema	Superficial	Subterránea	Distribución	Total
1. Calidad				19
Detección				8
Biológica – Lago de Chapultepec	1			1
Química	2	5		7
Remoción / tratamiento				15

Tema	Superficial	Subterránea	Distribución	Total
Biológica – presas sistema Cutzamala, lago de Chapultepec y pozos de la ciudad	9			9
Química – presa del sistema Cutzamala	1	5		6
2. Cultura del agua				1
Difusión uso sostenible – sistema Cutzamala	1			1
3. Políticas y gestión				7
Organismo de cuenca				4
Participación social	1			1
Programa hídrico 2030				1
Reglamentación zonas vedadas – pozos de la ciudad		1		1
4. Red de distribución			4	4
Sistema Cutzamala y CDMX				
5. Inequidad social				5
Acceso – zona periurbana en Xochimilco			5	5
7. Tecnología			1	1
Estaciones de medición y control				
8. Fuentes de agua				8
Recarga acuíferos / Hidrodinámica		2		2
Uso sostenible	5	2		6
Total por tipo de agua	20	15	10	

Tabla 9. Principales revistas científicas en las que se publicaron los documentos sobre agua potable de la Ciudad de México y agua potable, 2004-2018. Las cifras entre corchetes corresponden al número de documentos de cada categoría. Los números entre paréntesis corresponden al porcentaje de documentos en cada revista. Elaboración propia con información de WoS y Scopus.

Revistas WoS	País	Agua potable CDMX [50]	Agua potable [1007]	Factor de impacto 2018
<i>Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology</i>	Alemania	1 (6.0)	45 (0.4)	1.65 Q3
<i>Agricultural Water Management</i>	Países Bajos	2 (4.0)	61 (0.3)	3.54 Q1
<i>Plos One</i>	EUA	3 (4.0)	22 (0.7)	2.78 Q2
Revista Internacional De Contaminacion Ambiental	México	4 (4.0)	2 (1.7)	0.57 Q4
Tecnologia Y Ciencias Del Agua	México	5 (4.0)	1 (1.9)	0.29 Q4
<i>Water Science and Technology Water Supply</i>	Reino Unido	6 (4.0)	18 (0.8)	0.92 Q4
Revistas Scopus		[62]	[996]	<i>CiteScore</i> 2018
Revista Internacional De Contaminacion Ambiental	México	1 (6.5)	2 (2.2)	0.53 Q3
<i>Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology</i>	Alemania	2 (4.8)	38 (0.4)	1.78 Q2
<i>Agricultural Water Management</i>	Países Bajos	3 (3.2)	56 (0.3)	4.12 Q1
<i>Ecohealth</i>	Alemania	4 (3.2)	108 (0.2)	2.05 Q2
<i>Materials Research Society Symposium Proceedings</i>	EUA	5 (3.2)	50 (0.4)	0.15 Q4
<i>Plos One</i>	EUA	6 (3.2)	14 (0.7)	2.97 Q1
Tecnologia y Ciencias Del Agua	México	7 (3.2)	1 (2.3)	0.30 Q4
<i>Water Science and Technology Water Supply</i>	Reino Unido	8 (3.2)	15 (0.7)	0.93 Q3

Tabla 10. Documentos más citados en el período 2004 – 2019. Los datos se obtuvieron de WoS para 10 documentos y de Scopus para dos documentos. Elaboración propia.

Posición	Año	Título documento	Institución	Revista	# Citas
1	2013	The occurrence and distribution of a group of organic micropollutants in Mexico City's water sources	UNAM UAM	<i>Science of the Total Environment</i>	63
2	2004	Quality assessment of an aquifer recharged with wastewater for its potential use as drinking source: "El Mezquital Valley" case	UNAM	<i>Water Science and Technology</i>	36
3	2011	The removal of microorganisms and organic micropollutants from wastewater during infiltration to aquifers after irrigation of farmland in the Tula Valley, Mexico	UNAM	<i>Environmental Pollution</i>	28
4	2009	Comparative study of enteric viruses, coliphages and indicator bacteria for evaluating water quality in a tropical high-altitude system	UNAM CAE (sector privado)	<i>Environmental Health</i>	24
5	2004	Fluoride content in bottled waters, juices and carbonated soft drinks in Mexico City, Mexico	UNAM UASLP	<i>International Journal of Pediatric Dentistry</i>	24 Scopus
6	2013	Comparison of <i>Enterococcus faecium</i> and <i>Enterococcus faecalis</i> Strains Isolated from Water and Clinical	UNAM INCMNSZ	<i>Plos ONE</i>	24

Posición	Año	Título documento	Institución	Revista	# Citas
		Samples: Antimicrobial Susceptibility and Genetic Relationships	UMCF (Alemania)		
7	2005	Longitudinal study of microbial diversity and seasonality in the Mexico City metropolitan area water supply system	UNAM INCMNSZ	<i>Applied and Environmental Microbiology</i>	23
8	2004	Risk of <i>Giardia intestinalis</i> infection in children from an artificially recharged groundwater area in Mexico City	INSP CINVESTAV	<i>American Journal of Tropical Medicine and Hygiene</i>	21
9	2012	Assessment of Water Supply as an Ecosystem Service in a Rural-Urban Watershed in Southwestern Mexico City	UNAM	<i>Environmental Management</i>	17
10	2012	Hydrologic ecosystem services: water quality and quantity in the Magdalena River, Mexico City	UNAM	Hidrobiológica	15
11	2013	Occurrence of potentially pathogenic nontuberculous mycobacteria in Mexican household potable water: A pilot study	IPN CINVESTAV	<i>BMC Research Notes</i>	15 Scopus
12	2009	Organochlorine Pesticides Residues in Bottled Drinking Water from Mexico City	UAM	<i>Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology</i>	13

Tabla 11. Coautores más frecuentes de los 12 documentos más citados en WoS y Scopus, 2004 – 2019. Elaboración propia.

Id Autor	Nombre	SNI	Institución	Frecuencia
1	Mazarí Hiriart, Marisa	Si	UNAM	4
2	Jiménez Cisneros, Blanca Elena	Si	UNAM	3
21	Chávez, Alma	No	UNAM	2
5	Lopez Vidal, Yolanda	Si	UNAM	2
43	Ponce De Leon Rosales, Sergio	Si	INCMNSZ	2
19	Castillo Rojas, Gonzalo	Si	UNAM	2
13	Jujnovsky, Julieta	No	UNAM	2
18	Cantoral Uriza, Enrique Arturo	No	UNAM	2
8	Almeida Leniero, Lucia Oralía	Si	UNAM	2

Tabla 12. Países que más citaron los 12 documentos principales, 2004-2019. Elaboración propia con datos de WoS y Scopus.

País de afiliación	1 Mex (63)	2 Mex (36)	3 Mex (28)	4 Mex (24)	5 Mex Scp (24)	6 Mex- Alem (24)	7 Mex (23)	8 Mex (21)	9 Mex (17)	10 Mex (15)	11 Mex Scp (15)	12 Mex (13)	Total
México	15	24	13	1	2	2	7	4	9	0	0	0	77
USA	10	8	7	5	3	3	5	2	1	4	3	1	52
Alemania	5	10	5	0	0	1	1	0	3	2	0	0	27
España	8	3	2	0	2	1	0	1	0	2	1	2	22
China	5	2	3	1	0	1	0	0	2	0	1	0	15
Canadá	1	2	3	0	0	1	2	2	0	0	0	1	12
Brasil	3	0	1	6	2	1	0	0	0	0	0	1	14
UK	3	3	1	1	1	0	0	3	1	0	0	0	13
South África	3	2	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	11
Argentina	5	0	1	2	0	1	0	0	1	0	0	0	10

Tabla 13. Instituciones nacionales que más citaron los 12 documentos principales, Elaboración propia con datos de WoS y Scopus

Institución	1 UNAM UAM	2 UNAM	3 UNAM	4 UNAM CAE	5 Scp UNAM UASLP	6 UNAM INCMNSZ UMFC	7 UNAM INCMNSZ	8 INSP CINVESTAV	9 UNAM	10 UNAM	11 Scp IPN CINVESTAV	12 UAM	Total
UNAM	5	18	9	0	2	0	2	2	8	0	0	0	46
IPN	5		1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	8
UAM	0	1	2	0	1	0	3	0	0	0	0	0	7
UASLP	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
UAEM	4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	5
CINVESTAV	0	2	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	5
UANL	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
IMP		2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
UAA	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

3.4 Apéndice: lista de acrónimos y de autores**Tabla 14.** Acrónimos de instituciones

Acrónimo	Nombre	País
ASOCIACIONES CIVILES		
IU	Isla Urbana	México
TTWCWM	El Centro del Tercer Mundo para la Gestión del Agua	México
INSTITUCIONES GUBERNAMENTALES		
CEAAH	Comisión Estatal de Agua y Alcantarillado del Estado de Hidalgo	México
CONAGUA	Comisión Nacional del Agua	México
PEMEX	Petróleos Mexicanos	México
SACMEX	Sistema de Aguas de la CDMX	México
EMPRESAS PRIVADAS		
CAE	Consultoría Ambiental y Estadística	México
COMESA	Compañía Mexicana de Exploraciones	México
IC	Consultor Independiente	USA
LA	Lesser y Asociados	México
TUBESA	TUBESA	México
UNIVERSIDADES Y CENTROS DE INVESTIGACIÓN		
ASU	Universidad Estatal de Arizona	USA
CENSA	Centro Nacional de Sanidad Agrícola de Cuba	Cuba
CENTRUM	CENTRUM Escuela Católica Universitaria de Negocios	Peru
CESOP	Centro de Estudios Sociales y de Opinión Publica	Mexico
CIESAS	Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social	Mexico
CINVESTAV	Centro de Investigaciones y Estudios Avanzados del IPN	Mexico
COLMEX	El Colegio de México	Mexico
COLPOS	Colegio de Postgraduados	Mexico
IMora	Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora	Mexico
IMTA	Instituto Mexicano de Tecnología del agua	Mexico
INCMNSZ	Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán	Mexico
INPRF	Instituto Nacional de Psiquiatría Ramón de la Fuente	Mexico
INSP	Instituto Nacional de Salud Publica	México
IPN	Instituto Politécnico Nacional	Mexico
IRDUG	Instituto de Investigación para el Desarrollo Universidad Grenoble	France
ITESM	Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey	Mexico
KIT	Instituto de Tecnología Karlsruhe	Germany
UA	Universidad de Alicante	Spain
UAA	Universidad Autónoma de Aguascalientes	Mexico
UACH	Universidad Autónoma de Chapingo	Mexico

Acrónimo	Nombre	País
UAEM	Universidad Autónoma del Estado de México	Mexico
UAM	Universidad Autónoma Metropolitana	Mexico
UAnahuac	Universidad Anáhuac México	Mexico
UANL	Universidad Autónoma de Nuevo León	México
UArizona	Universidad de Arizona	USA
UASLP	Universidad Autónoma de San Luis Potosí	Mexico
UDG	Universidad de Guadalajara	Mexico
UE	Universidad de Essex	UK
UIA	Universidad Iberoamericana	Mexico
UMCF	Universidad Centro Médico Freiburg	Germany
UMSA	Universidad Mayor de San Andrés	Bolivia
UNAM	Universidad Nacional Autónoma de México	Mexico
UoA	La Universidad de Auckland	New Zealand
UPS	Universidad Paul Sabbatier	France
UQAM	Universidad de Quebec en Montreal	Canada
UWA	Universidad de Australia Occidental	Australia

Tabla 15. Autores con dos publicaciones o más y que están presentes en la red de coautoría de los artículos originales, ponencias, revisiones y libros sobre agua potable de la Ciudad de México indizados en WoS, Scopus y CENCA-IMTA

Clave	Nombre	# Doc	Institución	Clave	Nombre	# Doc.	Institución
1	Mazari, M.	8	UNAM	30	Gonzalez, F.J.	2	UNAM
2	Jiménez, B.E.	6	UNAM	31	Gonzalez, J.A.	2	IPN
3	Gutiérrez, R.	5	UAM	32	Helguera, A.C.	2	IPN
4	Vega, S.	5	UAM	33	Hernandez, J.C.	2	UNAM
5	Lopez, Y.	4	IMTA	34	Jiménez, M.D.	2	UNAM
6	Ortiz, R.	4	UNAM	35	Lartigue, C.C.	2	UNAM
7	Schettino, B.	4	UAM	36	Ledesma, C.	2	UNAM
	Almeida, L.O.	3	UAM	37	Mancilla, O.R.	2	UDG/ COLPOS
8							
	Diaz, C.	3	UNAM	38	Maranion, B.W.	2	TTWCWM
9							
10	Duwig, C.	3	UNAM	39	Martinez, V.M.	2	UNAM
11	Espinosa, A.C.	3	IRDUG	40	Merino, M.	2	UNAM
12	Fernández, E.	3	UNAM	41	Morales, J.A.	2	UAM
13	Jujnovsky, J.	3	IPN	42	Orta, M.T.	2	UNAM
14	Prado, B.L.	3	UNAM	43	Ponce, S.	2	INCMNSZ
	Armienta, M.A.	2	UNAM	44	Ramirez, C.	2	UDG/ COLPOS
15							
16	Arteaga, R.	2	UNAM	45	Ramirez, P.	2	UNAM
17	Bautista, A.L.	2	UACH	46	Revollo, D.A.	2	UAM

Clave	Nombre	# Doc	Institución	Clave	Nombre	# Doc.	Institución
18	Cantoral, E.A.	2	UACH/ COLPOS	47	Rivera, S.	2	IPN
19	Castillo, G.	2	UNAM	48	Rodriguez, L.	2	UAM
20	Cerna, J.F.	2	UNAM	49	Silva, J.A.	2	IPN
21	Chávez, A.	2	IPN	50	Solano, R.	2	UNAM
22	Cifuentes, E.	2	UNAM	51	Tapia, M.A.	2	UNAM
23	Diaz, G.	2	INSP	52	Tovar, J.L.	2	UACH/ COLPOS
24	Duran, J.C.	2	UAM	53	Tzatchkov, G.	2	IMTA
25	Escolero, O.A.	2	UNAM	54	Vázquez, M.	2	UACH
26	Estrada, M.T.	2	UNAM	55	Yanez, I.	2	UNAM
27	Etchevers, J.D.	2	CINVESTAV				
28	Flores, H.	2	COLPOS				
29	Gaytán, M.L.	2	UNAM				

Tabla 16. Autores con dos publicaciones o más y que están presentes en la red de coautoría de los informes de proyectos del IMTA sobre agua potable de la Ciudad de México indizados en la CENCA-IMTA

Clave	Nombre	# Doc	Institución
1	Lopez, E.	5	IMTA
2	Gonzalez, L.	4	IMTA
3	Martinez, J. L.	4	IMTA
4	Balancan, J. A.	3	IMTA
5	Hansen, A. M.	3	IMTA
6	Mejía, M. A.	3	IMTA
7	Gutierrez, C.	2	IMTA
8	Herrera, G.	2	IMTA
9	Lopez, R.	2	IMTA
10	Murillo, D.	2	IMTA
11	Piña, M.	2	IMTA

Capítulo 4. Análisis de la participación de los científicos en el ciclo de política pública del agua potable de la Ciudad de México

4.1 Antecedentes

El paradigma del desarrollo sostenible empleado en la gestión de los recursos naturales ha influido en la administración pública con visiones plurales donde se busca el involucramiento de agentes sociales como Organizaciones No Gubernamentales (ONGs), ciudadanos, académicos e investigadores en un gobierno de participación (Gupta y Dellapenna 2009, p. 4; Rojas Orozco 2003, p. 191). En este siglo la humanidad se ve confrontada porque los recursos naturales pueden desaparecer si no se usan de forma sostenible. Los recursos naturales son bienes comunes interrelacionados entre sí y cuando se asignan a una actividad la disponibilidad para otras actividades humanas se ve afectada (Gupta y Dellapenna 2009). Esta situación sumada al surgimiento de una sociedad más activa que demanda un gobierno eficiente ha detonado en un proceso de descentralización (Luis F. Aguilar Villanueva 2013). En este proceso el control de los recursos naturales no es exclusivo de los gobiernos y los agentes privilegiados, sino que participan múltiples stakeholders (partes interesadas). Este es el contexto en que se enmarca la gobernanza. Para comprender el término de gobernanza del agua es útil referirse a las acepciones que aparecen en la literatura.

Las definiciones de gobernanza del agua seleccionadas se muestran en la tabla 17. Para abordar estas definiciones se requieren marcos generales, porque la gobernanza del agua es un término en construcción, cuya literatura presenta una tendencia creciente y un debate continuo (Woodhouse y Muller 2017). En este estudio se toman cuatro marcos conceptuales que se muestran en la tabla 18 y que se complementan entre sí. El primer marco conceptual cataloga los acercamientos a la gobernanza del agua en cuatro: participativos, adaptativos, conceptuales y pragmáticos. En este marco se observan los debates conceptuales y enfatiza la necesidad de balancear la naturaleza pública del agua y los derechos privados; las obligaciones de los estados a nivel nacional y en las cuencas fronterizas o a nivel global; la representatividad de todos los agentes sociales y la tecnocracia; y la protección ambiental y los objetivos sociales o políticos. En el segundo marco se

abordan cuatro dimensiones en las que tiene impacto la gestión del agua: social, económica, ambiental y política, y define los objetivos esperados de la gobernanza del agua en cada dimensión. El tercero hace énfasis en las aproximaciones de gobernanza que compiten entre sí y están influenciadas por las visiones de la naturaleza del agua. Estas aproximaciones se equiparan con las agendas café (de mercado/seres humanos), verde (medio ambiente/ seres humanos / otros seres vivos) y azul (mezcla de sectores). El cuarto se enfoca en la gobernanza del agua urbana y la influencia de los marcos geográficos que se consideren para su gestión debido a que la ciudad depende de/impacta su entorno para obtener sus recursos hídricos. Con la recomendación de considerar a la ciudad como un sistema abierto con intercambios con su entorno.

La gobernanza del agua no es un fin en sí mismo, sino un medio para alcanzar los objetivos establecidos para la gestión del agua de acuerdo con los valores y concepciones elegidas. No hay una solución universal para alcanzar la gobernanza del agua. Sin embargo, diversas instituciones han planteado principios generales que pueden ser usados como guía con la condición de que se subordinen a prioridades locales. En la figura 12 se muestran los principios planteados por la *Global Water Partnership* (GWP), la OCDE y por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Aunque los procesos sugeridos son diferentes, la mayoría de los principios de gobernanza coinciden.

GWP (2003)		OCDE (2015)		PNUD (2013)	
Enfoques	Apertura y transparencia	Efectividad	Roles y responsabilidades	Principios	Transparencia
	Inclusión y comunicación		Escalas apropiadas		Rendición de cuentas
	Coherencia e integración		Coherencia de políticas		Participación
	Equidad y ética		Capacitación		
Desempeño y operación	Rendición de cuentas	Eficiencia	Datos e información	Desempeño	Efectividad
	Eficiencia		Financiación		Eficiencia
	Capacidad de respuesta y sostenibilidad		Marcos regulatorios		Funciones
			Gobernanza Innovadora		
		Confianza y participación	Integridad y transparencia		
			Involucramiento		
			Arbitrajes entre usuarios		
			Monitoreo y evaluación		

Figura 12. Principios de gobernanza del agua. Fuente: (Ramírez y Lugo 2019)

Tabla 17. Definiciones seleccionadas de gobernanza del agua. Elaboración propia.

Definición	Referencia
“... capacidad de acción estatal en la implementación de las políticas y en la consecución de las metas colectivas, pero específicamente se refiere al conjunto de mecanismos y procedimientos para lidiar con la dimensión participativa y plural de la sociedad” “... una forma no jerárquica de gobierno, caracterizada por la cooperación con actores no estatales al interior de redes de decisión mixtas entre lo público y lo privado”	(Mussetta 2009)
“... conjunto de reglas, prácticas y procesos a través de los cuales se toman e implementan las decisiones para la gestión de los recursos y servicios hídricos, y se hace responsables a los decisores”	(OECD 2020)
“se trata de la implementación socialmente efectiva de dotación y regulación de agua y es por ende intensamente político... La gobernanza no se trata solo del gobierno sino también de la sociedad y por lo tanto involucra tanto a las leyes, normas, regulaciones, valores, instituciones, como al ámbito político y sus acciones, las redes de influencia, el sector privado y los forzantes externos, entre otros”	(Ramírez y Lugo 2019)
“... Es entonces el marco general que establece objetivos, guía las estrategias para su logro y monitorea los resultados” “delineamos el surgimiento de narrativas normativas sobre una 'crisis global del agua' y la importancia central de una narrativa de escasez en particular, mostrando cómo esto se alía tanto con una narrativa económica que sugiere que los desafíos se abordan mejor a través de mecanismos relacionados con el mercado, como con una narrativa ecológica que enfatiza la conservación del agua ” “la complejidad y diversidad local desafían la universalización de las normas de 'mejores prácticas' y que la práctica puede, en el mejor de los casos , guiarse únicamente por principios generales” “... la participación de las partes interesadas puede producir decisiones que son mejor aceptadas e implementadas que los dictados tecnocráticos. Donde hay discordia, a menudo se trata de qué actores establecen la agenda para qué temas”	(Woodhouse y Muller 2017)
“...se relaciona con la gama de sistemas políticos, sociales, económicos y administrativos que existen para desarrollar y gestionar los recursos hídricos y la prestación de servicios de agua en los diferentes niveles de la sociedad ... es el conjunto de sistemas que controlan la toma de decisiones con respecto al desarrollo y la gestión de los recursos hídricos. Por lo tanto... tiene mucho más que ver con la forma en que se toman las decisiones (es decir, cómo, por quién y en qué condiciones se toman las decisiones) que las decisiones en	(Batchelor 2007)

Definición	Referencia
<p>sí mismas...” “...abarca la forma en que se ejercen las políticas de asignación y regulación en la gestión del agua y otros recursos naturales y abarca en general las instituciones formales e informales mediante las cuales se ejerce la autoridad”</p> <p>“... consiste en la interacción entre gobiernos en múltiples niveles, grandes y pequeñas empresas, partidos políticos, organizaciones civiles y de otro tipo que representan los intereses del sector (por ejemplo, sindicatos de trabajadores, organizaciones religiosas, movimientos campesinos e indígenas, líderes vecinales, etc.), agencias internacionales (por ejemplo, instituciones financieras internacionales, otros agentes del proceso de “gobernanza global”), ONG y otros titulares de poder relevantes, además de incluir la voz de la naturaleza. Estos actores (humanos y no humanos) están involucrados en continuos diálogos, debates y confrontaciones socioecológicas y políticas en torno a cómo el agua, las cuencas hidrográficas y los servicios hídricos esenciales deben ser gobernados, por quién, con quién y para quién. Estos enfrentamientos están en el centro del proceso de gobernanza democrática del agua, que se caracteriza no solo por el diálogo y la negociación, sino también, lamentablemente, por una creciente incertidumbre y una prolongada gestión social, ecológica; y conflictos políticos que pueden conducir progresivamente a un proceso de “concertación” para llegar a algún tipo de acuerdo para pasar a la implementación”</p>	<p>(Miranda et al. 2011) basado en (Castro 2007)</p>

Tabla 18. Marco conceptual de la gobernanza del agua. Elaboración propia.

c	Referencia / Descripción
Acercamientos	(Woodhouse y Muller 2017)
1. Participativo	“... la participación de las partes interesadas puede producir decisiones que son mejor aceptadas e implementadas que los dictados tecnocráticos. Donde hay discordia, a menudo se trata de qué agentes establecen la agenda para qué temas”
2. Adaptativo	Toma en cuenta el cambio en el medio ambiente para la asignación del agua y el interés público.

c	Referencia / Descripción
3. Conceptuales	Tecnocrático y legitimado por la narrativa de escases del agua. “Esto puede dar lugar a normas basadas en criterios ambientales y económicos independientes de prioridades políticas de desarrollo social”
4. Pragmático	“... los sistemas de gobernanza del agua deben diseñarse de acuerdo con los desafíos específicos que deben abordar”. Incluye la política basa en evidencia y el debate entre considerar el agua como un bien económico o usando sistemas alternativos de valores”
Cuatro dimensiones	(Ramírez y Lugo 2019)
1. Social	Uso equitativo
2. Económica	Uso eficiente
3. Ambiental	Uso sostenible
4. Política	Igualdad de oportunidades democráticas
Visiones del agua	(Miranda et al. 2011)
1. Bien económico / <i>commodity</i>	Agua (drenaje, saneamiento reciclaje y reutilización) con un enfoque en la GIRH. Agentes sociales: compañías privadas, gobiernos, proveedores de servicios hídricos, consumidores, clientes. Agenda café.
2. Derecho humano y bien social	Agua (y saneamiento). Agentes sociales: Gobierno local y sub-nacional, comunidades, usuarios. Agenda café.
3. Bien socioecológico, derecho humano y derecho de otros seres vivos y ecosistemas	Agua (drenaje y saneamiento ecológico). “Una corriente específica... enfatiza que el agua (no solo el agua dulce) es un recurso natural finito y vulnerable (y / o no compensable) y combina esto con un enfoque de ecología holística o profunda”. Agentes sociales: ambientalistas, poblaciones indígenas, campesinos, ONG, agentes intersectoriales. Agenda verde.
4. Sector / bien económico / recurso natural renovable	Agua (y en ocasiones el saneamiento). Enfoque en la GIRH y/o de cuencas fluviales. Agentes sociales: usuarios y proveedores, coordinadores de sectores de agua, gobierno. Agenda azul.
Visiones del agua urbana desde	(Miranda et al. 2011)

c	Referencia / Descripción
1. Fuera de las ciudades	“partiendo... de la perspectiva global o regional, acercándose a la cuenca hidrográfica y a las zonas rurales / periurbanas”
2. Dentro de las ciudades	“... partiendo del nivel del vecindario para mirar la ciudad en su conjunto y las áreas rurales que la rodean”
3. Perspectiva multiescalar	“teniendo en cuenta aguas arriba y abajo, combinando la escala global y regional con la ciudad, su territorio y los barrios dentro de las ciudades y viceversa. Enfoque holístico o ecosistémico, que también adopta una perspectiva multinivel sobre cuestiones de gobernanza ”

El rol de los expertos en agua, incluidos los científicos, en el modelo de gobernabilidad del agua, ha sido "... determinar qué necesitan el público y el medio ambiente; para determinar los mejores medios para satisfacer esas necesidades" (Batchelor, 2007) y que la decisión tomada por los políticos se base en este análisis. Sin embargo, en el modelo de gobernanza del agua implica un cambio en el rol de los expertos para "ayudar a las partes interesadas a descubrir cuáles son las implicaciones de las diferentes opciones y ayudarlas a inventar nuevas opciones. A su vez, esto plantea la cuestión de qué herramientas y técnicas necesitan los interesados para ayudarles en su tarea" (Batchelor 2007). A través del tiempo la interfaz ciencia - política se ha vuelto más compleja por la interacción de más agentes sociales. Entre los años 60 y 70 la ciencia y la política son campos separados, la ciencia es neutral y su objetivo es informar a los tomadores de decisiones con conocimiento objetivo, con diferentes modelos que posicionan la toma de decisiones en los políticos que son aconsejados por los científicos (decisionista y evaluación / manejo de riesgos), o los políticos seleccionan el conocimiento científico que legitima sus decisiones (legitimización); o que posicionan la toma de decisiones en los científicos que las toman sin considerar los valores (tecnocrática). A partir de los años 70 y hasta el fin de siglo la comunicación entre ciencia y política continúa siendo unidireccional pero el proceso de toma de decisiones y la investigación cuentan con mayor escrutinio público y se espera que los resultados de la investigación sean relevantes socialmente. Los científicos participan en el establecimiento de la agenda y se legitiman las decisiones con el conocimiento científico (modelo recursivo), el nuevo conocimiento genera preocupación/modificaciones en la sociedad y alimenta la toma de decisiones y los problemas sociales incentivan la creación de nuevo conocimiento (modelo de co-producción); la producción de conocimiento funciona en conjunto con actividades políticas y surgen agentes intermediarios que traducen y comunican el conocimiento a los tomadores de decisiones políticas, identifican los problemas sociales y desarrollan soluciones. Desde los años 2000 los ciudadanos forman parte activa en la interfaz ciencia – política, la ciencia no se considera neutral, infalible o poseedora de todas las respuestas (Sokolovska et al. 2019). La participación de más agentes sociales representa retos para encontrar mecanismos de comunicación y

participación adecuados. Esto también representa conflictos entre las racionalidades de los expertos (agentes epistémicos) involucrados en la gobernanza del agua como se observa en la tabla 19. Las barreras establecidas por estas racionalidades se relacionan con los códigos de lenguaje, los tipos de conocimiento y las herramientas y técnicas usadas para implementar la gobernanza del agua.

Tabla 19. Racionalidades de los agentes epistémicos en la gobernanza del agua. Traducido de (Miranda et al. 2011)

Actor epistémico	Racionalidad	Observables
Experto en agua (geo-hidrólogo, ingeniero hidráulico, etc.)	Tecno - científica	Indicadores cuantitativos Condiciones y conductores técnicos / físicos y naturales
Experto administrativo-financiero – tecnócrata / sector privado	Mercado	Recursos hídricos Indicadores cuantitativos Eficiencia económica Criterios de mercado (incluyendo recuperación de costos y habilidad y voluntad de pago)
Funcionarios del agua	Político-administrativos	Normas burocráticas Consideraciones electorales y de partido / políticas
Ecologista	Ecológicas	Indicadores de ecosistemas sostenibles / no sostenibles
Científicos sociales críticos	Socio - políticos	Configuraciones de poder Inequidades estructurales Identidades sociales Lenguajes de valoración

En la gobernanza del agua, el intercambio constructivo de conocimientos es importante y complejo. La complejidad estriba en “las formas en que los diferentes actores involucrados o afectados por un tema ven la causa de un problema, sus incentivos institucionales y políticos, cómo se sienten los unos por los otros, cómo ven la relevancia y credibilidad de la evidencia disponible, cómo acceden y comprenden la evidencia, y cómo ven las posibles soluciones y su viabilidad. De hecho, es poco probable que las soluciones generadas sin tener en cuenta todas

|Capítulo 4. Análisis de la participación de los científicos en el ciclo de política estas partes móviles se alineen con las necesidades de información dentro de un proceso de decisión” (Bednarek et al. 2018). El conocimiento científico es importante pero no es el único conocimiento relevante para tomar decisiones. Entonces se requieren interfases en la que ocurren continuamente intercambios, interrelaciones, construcción compartida del conocimiento e interdependencias entre los tomadores de decisiones, las partes interesadas y los científicos para identificar el conocimiento que se requiere y llegar a comprensiones mutuas (Bednarek et al. 2018; Sokolovska et al. 2019). En esta interfaz también hay agentes que asumen diversos roles: comunicadores científicos, experto intermediario (*boundary spanner*), cabildeo científico (*advocacy*), consultor científico, tomador de decisiones científico etc. (Bednarek et al. 2018).

4.1.1 Contexto de la gobernanza y el modelo de Gestión Integral de los Recursos Hídricos en México y en la Ciudad de México

El modelo de la GIRH fue creado a nivel internacional y se ha establecido como el paradigma predominante. Este modelo fue impulsado desde 1992 por organizaciones internacionales (Banco Mundial 2012; OCDE 2013; ONU 2012). En 1996 se estableció la Asociación Mundial del Agua (Global Water Partnership, GWP) como una red internacional para agilizar la implementación de la GIRH. (Solanes y Gonzalez-Villarreal 1996). De acuerdo con la GWP los principios fundamentales de la GIRH son:

- “El agua dulce es un recurso finito y vulnerable, esencial para sustentar la vida, el desarrollo y el medio ambiente;
- El desarrollo y la gestión de aguas deberían ser basados en un enfoque participativo, involucrando usuarios, planificadores y gestores de políticas en todos los niveles;
- Las mujeres desempeñan un rol fundamental en la provisión, gestión, y salvaguardaría del agua;
- El agua tiene un valor económico en todos sus niveles de uso, y debiera ser reconocido como un bien económico;” (Solanes y Gonzalez-Villarreal 1996, p. 1)

El segundo principio es el que vincula la gobernanza del agua con la GIRH. La GIRH es más amplia pues contempla el sistema de gestión y no solo las interacciones. Se han realizado críticas al modelo de la GIRH. Especialmente aquellas que sostienen que adoptar el paradigma de que el agua es un bien económico es contrario al principio de que el agua es un derecho humano (ver figura 13).

Agua como bien económico	Agua como derecho humano
El agua es un bien económico y el mercado el mejor instrumento para la asignación eficiente.	El agua es un derecho universal e inalienable, constitutivo de la dignidad humana, su asignación debe estar gobernada por principios de equidad y justicia social.
Se deben solucionar los problemas de asignación entre usos competitivos, procurando el cuidado de los recursos naturales en tanto bienes económicos escasos.	Se deben solucionar los problemas de inequidad en el acceso al agua, superación de la pobreza y asegurar la sustentabilidad del los recursos naturales en un compromiso intergeneracional.

Fig. 13 Contraste de los paradigmas del agua como bien económico y el agua como derecho humano. Tomado de (Caldera Ortega & Torregrosa y Armentia 2010 p339)

México adoptó el modelo de la GIRH antes de establecer el principio del agua como derecho humano. La adopción implicó cambios administrativos y la creación de nuevos organismos:

1. Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 (programa sectorial del Plan Nacional de Desarrollo): sus principios rectores incluyen la GIRH y la participación de los usuarios (CONAGUA 2006, p. 15).
2. La Ley de Aguas Nacionales de 2004 incorporó la gestión por cuencas.
3. El país se divide en 13 regiones hidrológico administrativas y se convierten en la unidad básica administrativa(CONAGUA 2006, p. 15).
4. Se crearon los organismos de cuenca y los consejos de cuenca, ambos autónomos. Los primeros, abordan temas técnicos, administrativos y jurídicos. Sus facultades se limitan a una determinada cuenca hidrológica y se encargan de “conocer, acordar y normar la política hídrica” (Mussetta 2009, p. 71). Los segundos son espacios de decisión integrados por la

|Capítulo 4. Análisis de la participación de los científicos en el ciclo de política sociedad organizada, los usuarios y los tres órdenes de gobierno. Las Reglas de Organización y Funcionamiento de los Consejos de Cuenca plantean que se debe promover la participación de los usuarios y grupos de la sociedad en la programación hidráulica de la cuenca(Consejo de Cuenca del Valle de México 2016; Franco-García et al. 2013).

5. En el 2012 la CONAGUA dio a conocer la agenda para 2030 siguiendo recomendaciones de la OCDE (OCDE 2013). Los objetivos de esta agenda y los del Plan de Desarrollo Nacional y el Programa Nacional Hídrico 2014 – 2018 buscan la gestión sustentable e integrada del agua (CONAGUA 2014).

El derecho humano al agua se adicionó al artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos en el año 2012, sin embargo, aún no se concreta la modificación requerida a la Ley de Aguas Nacionales. La adición establece que:

“Toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible. El Estado garantizará este derecho y la ley definirá las bases, apoyos y modalidades para el acceso y uso equitativo y sustentable de los recursos hídricos, estableciendo la participación de la Federación, las entidades federativas y los municipios, así como la participación de la ciudadanía para la consecución de dichos fines.” (*Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 4° 2020*).

La GIRH (por la gestión por cuencas) y el proceso de descentralización gubernamental han contribuido a la complejidad del sistema gestión y la participación de más sectores, incluyendo el sector privado (Tapia-Pacheco y Villa-Vázquez 2018). En México, la nación tiene la propiedad del agua (Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación 2017) y el “Estado tiene un papel fundamental en el proceso político de gestión del agua, en el carácter de la política hídrica y en los actores e instituciones que intervienen en el manejo de los servicios de agua potable” (Torres Bernardino 2017). El estado se define como “la totalidad de las instituciones públicas que garantiza o debe garantizar la vida común de las personas en una comunidad; definido tradicionalmente con tres elementos: 1) Territorio estatal, 2) pueblo del Estado (Ciudadanía) y 3) poder del Estado. El poder del

Estado se ejerce jurídicamente a través del 4) aparato estatal, y el aparato estatal o el Sistema Político-Administrativo se diferencia en una gran multiplicidad... de instituciones” (Rainer-Olaf et al. 2006; en Torres Bernardino 2017). El modelo de gobierno del agua se encuentra en transición desde un leviatán hidráulico, con decisiones aisladas en la cúspide del Estado, a un estado renovado de la gobernanza que es un proceso en el que participan distintos agentes sociales e institucionales (Mussetta 2009; Rolland y Vega-Cárdenas 2010). Este proceso de reforma también implicó cambiar la política hidráulica por una política hídrica de conservación ambiental y la GIRH. En 1989 se crea la CONAGUA para estos fines, así como los organismos de cuenca. La gestión de los recursos hídricos se mantiene un organismo central: la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) que gestiona las aguas nacionales en conformidad con la Ley de Aguas Nacionales (CONAGUA 2016). Estos recursos se administran a través de la sesión de derechos facilitada por la ley de aguas de 1992 (Pineda Pablos 2002). Los municipios son responsables de abastecer agua potable, drenaje, tratamiento y disposición de las aguas residuales. Sin embargo, su desempeño en estas funciones está limitado por factores técnicos, económicos y políticos (Sánchez y Perevochtchikova 2012). Los estados pueden suplir la función de los municipios. En el ámbito de la participación se crearon los consejos de cuenca que en un inicio pretendían pactar acuerdos de manejo, distribución y administración con el sector privado para co-financiar la infraestructura hidráulica. La descentralización también se manifestó en la creación de las regiones hidrológicas en 2004 y en fortalecer las capacidades estatales y municipales para proporcionar los servicios de agua potable y saneamiento. Sin embargo, esta transición aún no se completa y ambos modelos conviven en un péndulo entre la gobernabilidad (leviatán hidráulico) y la gobernanza (buen gobierno). Y la gobernanza ha tenido fallos porque “no se ha logrado ni una estabilidad política..., ni una efectividad del gobierno, ni un estado de derecho, ni un control efectivo de la corrupción” (Murillo-Licea y Soares-Moraes 2013).

En la Ciudad de México los servicios de agua y drenaje son suministrados por el organismo público sectorizado llamado Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) desde el 2002. Este organismo tiene concesiones con el sector privado para el servicio comercial y la operación y el mantenimiento de la infraestructura

|Capítulo 4. Análisis de la participación de los científicos en el ciclo de política hidráulica (SACMEX 2005). El modelo de la GIRH fue implementado con el diseño del primer Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos 2004-2009 (PGIRH) a finales del 2003, realizado por el SACMEX, quien también lo ejecuta, evalúa y vigila (SACMEX 2016b). En 2009 se realizó una actualización que dio lugar en el 2012 al PGIRH con una visión a 20 años. El siguiente fue el Programa de Sustentabilidad y Gestión de los Servicios Hídricos 2013 -2018 (PSGSH) fue formulado mediante la realización de foros y encuestas con especialistas de la materia y continúa con la visión a 20 años (SACMEX 2016b, p. 55). Aunque sus acciones cambian, todos los planes incluyen la participación pública entre sus acciones, especialmente los dos últimos.

Existen estudios nacionales que indican que los resultados de la GIRH no han sido siempre los esperados (Berry et al. 2010; Franco-García et al. 2013; Pacheco-Vega y Vega 2008; Voulvoulis et al. 2017). Al entrar en contacto con la realidad social mexicana se ha mencionado la falta de claridad en las responsabilidades de cada actor, una sociedad poco organizada, facciones e intereses que no siempre responden al bien común, escasos canales de participación ciudadana en la toma de decisiones y desarticulación institucional (Dominguez Serrano 2007; Mussetta 2009; Pacheco-Vega y Vega 2008). Estos problemas revelan una gobernanza inadecuada que puede ser fortalecida mediante la participación de los científicos como actores sociales interesados en la gestión del agua. Estudios de caso revelan que los investigadores y expertos pueden contribuir a la resolución de problemáticas complejas usando su conocimiento y generando espacios para el diálogo entre diferentes actores para influenciar la política pública (Garavito 2012; Gutiérrez 2010; Haas 1992; Ruiz Ortega 2015). En México se reconoce la necesidad de la participación de los investigadores en el establecimiento de la agenda y la formulación de políticas públicas en materia de agua. Por ejemplo, el presidente de la Academia de las Ciencias en el 2005, José Antonio de la Peña, indicó que se requiere la discusión entre expertos y otras partes interesadas para buscar soluciones en este tema (B. E. Jiménez-Cisneros y Marín 2005, p. 10). Las políticas públicas son fundamentales para afrontar los retos del acceso al agua, ya que determinan las estrategias y el destino de los fondos públicos para la gestión del recurso y la construcción y mantenimiento de obras hidráulicas. La política hídrica

también influye en la eficiencia del uso del recurso, por ejemplo la política enfocada en la oferta generó una actitud pasiva de los usuarios, en la distribución y en la formación de conflictos sociales (Ortega Font 2009). Finalmente la política hídrica contiene los principios básicos y visiones de la naturaleza del agua y es crucial para garantizar los derechos y el bienestar de la población en competencia con otros intereses como el económico, a través de principios de equidad, acceso al agua como derecho humano y de sostenibilidad (Rolland y Vega-Cárdenas 2010; Torres Bernardino 2017).

4.1.2 Políticas públicas y participación de los científicos

El Estado en su objetivo de garantizar la vida común tiene un rol fundamental en la gestión del agua potable y en garantizar el acceso. El gobierno es el elemento del Estado en el que se confía el ejercicio del poder para beneficio de la vida pública (lo que es de interés para todos). Las decisiones de gobierno se desarrollan a través de la administración pública (que ha evolucionado como concepto a gestión pública). La gestión pública para atender los problemas públicos emplea políticas públicas para modificar su actuación (Torres Bernardino 2017). El agua es un recurso natural público indispensable para la vida y por ello su gestión eficiente es necesaria para garantizar el bienestar público. Las cuestiones sociales que demandan atención del gobierno son innumerables y tan complejas como compleja es la sociedad y solo una parte son considerados asuntos públicos e ingresan a la agenda de gobierno con el efecto de generar o modificar leyes, normas, reglamentos y/o disposiciones administrativas o recibir recursos públicos (Luis Felipe Aguilar Villanueva 1993). Para el estudio de las políticas públicas se ha conceptualizado el ciclo de políticas como un proceso. La comunidad académica no ha llegado a un consenso sobre las etapas del ciclo de políticas públicas y diversos autores han planteado sus propias etapas: iniciación, estimación, selección, implementación, evaluación y terminación (Brewer y DeLeon 1983, p. 20); identificación del problema y formación de la agenda, formulación, adopción, implementación y evaluación (Anderson, 1984 citado por Aguilar Villanueva, 2003, p. 16); fijación de la agenda, análisis de la cuestión, implementación, evaluación y terminación (May y Wildavsky, 1977 citado por Aguilar Villanueva, 2003, p. 16);

|Capítulo 4. Análisis de la participación de los científicos en el ciclo de política iniciación, información, consideración, decisión, implementación, evaluación y terminación (Jenkins 1978, p. 48 citado por; Sapru 2011). Para este trabajo se considerarán las etapas (a) el establecimiento de la agenda (que incluye el reconocimiento del problema y la selección), (b) la formulación de políticas, (c) la toma de decisiones, (d) la implementación, (e) la evaluación y (f) la terminación (Werner y Wegrich 2007).

Como se vio anteriormente, la participación de los científicos en este ciclo ha beneficiado la legitimidad y eficiencia de las políticas. En la literatura se reconoce la participación de los investigadores especialmente en las etapas de establecimiento de la agenda (Garavito 2012) y formulación de políticas (Franco-García et al. 2013; SACMEX 2016b). Sin embargo en la etapa de toma de decisiones se reconoce que puede existir una negociación previa entre actores sociales y las instituciones responsables y los investigadores son una fuente de información aunque no la única (Werner y Wegrich 2007, p. 49).

4.1.3 Estudio de la interfaz ciencia – política en México

La interfaz ciencia – política en la gestión del agua ha sido poco estudiada en México. Usualmente se enmarca en estudios de gobernanza del agua. Uno de los ejemplos es la evaluación de los principios y la eficiencia de la gobernanza del agua en la Zona Metropolitana de Monterrey con la metodología de los principios de gobernanza de la ONU: transparencia rendición de cuentas y participación (Ramírez y Lugo 2019). Sus conclusiones indican que los organismos gubernamentales deben mejorar las condiciones para que se dé la gobernanza del agua. Las instituciones con mejor evaluación de los principios de gobernanza del agua son el Sistema de Aguas de Monterrey, el IMTA, el ITESM y la UANL. Este resultado indica que las instituciones educativas y de investigación tienen condiciones de gobernanza para incentivar la participación de otros agentes sociales en la toma de decisiones del agua. Entre las instituciones académicas con mayor influencia e interés se identificaron al IMTA, el ITESM y la UANL. El IMTA fue catalogado como una institución con mayor poder en la toma de decisiones que el ITESM y la UANL. Sin embargo, el ITESM tiene un rol más relevante en la elaboración de leyes, planes, programas, presupuestos y políticas. El ITESM y el IMTA tienen un rol

relevante en la capacitación y arbitraje y el IMTA es relevante en la planeación y gobernanza innovadora (que incluye cerrar las brechas de la interfaz científico-normativa). Una de las propuestas del estudio es incluir al ITESM y a la UANL en los consejos directivos u órganos de gobierno de las instituciones que gestionan el agua del estado. Y sobre el IMTA sugieren mejorar su desempeño en sus metas y que su actividad vaya más allá de estudios hasta el desarrollo científico y tecnológico.

Los estudios del Valle de México y la Ciudad de México se enfocaron en la participación formal e informal de los investigadores en acciones que inciden en la política pública para la gestión del agua en la CDMX y el Valle de México. El primero documentó la participación de investigadores y centros de investigación en redes informales interorganizacionales que realizan movilizaciones por el agua en la Cuenca de México durante el período 2005-2009 (Garavito González 2012). Las acciones principales de los investigadores fueron: intercambiar información para realizar estudios, retroalimentar y sustentar la movilización social con información científica, y realizar eventos que permiten la difusión y el debate entre diferentes agentes sociales. Sus resultados indican que su participación es incipiente, pues las instituciones académicas solo representaron el 9.1% de los actores que tienen un rol organizativo en las redes informales. El segundo estudio analiza el Consejo de la sub cuenca de Guadalupe, una de las más exitosas, y confirma la participación incipiente de instituciones educativas (Franco-García et al. 2013). Sus resultados concluyen que existe una representación minoritaria de la sociedad civil (instituciones educativas, ONGs y del sector privado) comparada con los representantes gubernamentales.

Existe otro estudio que es específico de la interfaz ciencia – política en la gobernanza del agua. Aunque es internacional se describe en este trabajo por su la relevancia de sus conclusiones y porque incluye a México. La OCDE realizó encuestas para identificar el involucramiento de las partes interesadas (*stakeholder engagement*) en la gobernanza del agua (OCDE 2015). Las partes interesadas y promotores seleccionados fueron: el gobierno, los reguladores, las organizaciones internacionales, las instituciones de cuenca, los financiadores, los proveedores de

|Capítulo 4. Análisis de la participación de los científicos en el ciclo de política servicios hídricos, los asesores, la sociedad civil, los agricultores, los medios de comunicación, las empresas privadas, los parlamentarios, los sindicatos, las asociaciones de consumidores y los científicos/académicos. Las conclusiones generales del estudio revelaron cuatro aspectos críticos para los marcos de involucramiento de las partes interesadas: equidad (diversidad), transparencia, responsabilidad de tomar en cuenta las ideas en la toma de decisiones, confianza (tomar todos los puntos de vista en cuenta) y que cada sector tiene más interacciones con agentes de su propia categoría que con agentes de otras categorías. El sector de ciencia y academia fue considerado como una parte interesada y como un promotor del compromiso de otras partes interesadas en la gobernanza del agua. De este sector, participaron en la encuesta tres instituciones ubicadas en México la UAM, el ITESM y el TWCWM, además de 2 organizaciones internacionales e instituciones académicas de Canadá (1), Chile (1), Etiopía (1), Francia (6), Italia (1), Corea (1), Países Bajos (8), Eslovenia (1), Sudáfrica (1), España (2), Suecia (1), Tailandia (1), Reino Unido (1) y Estados Unidos (4). Las conclusiones específicas de este sector se describen a continuación. Los sectores con los que más interactúan los científicos/académicos son los gobiernos, los reguladores, las organizaciones internacionales, los organismos de cuenca y los donadores e instituciones financiadoras; e interactúan en menor grado con proveedores de servicios hídricos, asesores, sociedad civil, agentes agrícolas, los medios de comunicación, negocios, parlamentarios, sindicatos y asociaciones de consumidores. Existe una brecha de comunicación entre los científicos y otras partes interesadas. Esta brecha no se debe a que las partes interesadas no consideren importante la información científica sino a dificultades en la interacción por el vocabulario, el nivel de tecnicidad y diferentes expectativas. Los científicos y académicos perciben que las principales dificultades para involucrarse en la gobernanza del agua son la falta de voluntad política para asignar recursos e implementar mecanismos de gobernanza, la falta de fondos, la resistencia al cambio (cambios en el balance de poder) y la fragmentación gubernamental con múltiples autoridades en diferentes niveles de gobierno. En su rol como promotores para que las partes interesadas se involucren, los científicos identificaron como obstáculos la falta de voluntad política, la asimetría en la información entre partes interesadas y

la dificultad de acceder a información confiable para realizar los análisis, la dificultad de llegar a todas las partes interesadas y la discontinuidad política. Para que su contribución a la toma de decisiones sea efectiva, los académicos consideraron que son fundamentales: la confianza y el sentido de comunidad (proximidad entre partes interesadas), el acceso a la información, la claridad de los objetivos, la habilidad para tomar decisiones y suficientes recursos humanos, económicos y de tiempo. Los beneficios que perciben de su participación son la confianza de las partes interesadas y el desarrollo de capacidades como contribuir a la sensibilización, formación de opiniones y difusión de la información. Los principales costos percibidos son de logística y proceso, y de retrasos en el proceso de toma de decisiones. Las etapas de decisión donde los científicos perciben que tienen más influencia fueron la evaluación, las etapas tempranas (concepción, planeación, diseño y estudio de factibilidad) y el desarrollo, a nivel nacional, internacional y regional. Los mecanismos que más usan los científicos para involucrarse en la gobernanza del agua son los talleres de trabajo, las reuniones y los paneles de expertos. Los académicos también promueven el compromiso de otras partes interesadas a través de talleres de trabajo y reuniones. Lo que más motivó el compromiso de los académicos e investigadores son los marcos normativos para la participación pública, las discusiones sobre reformas en las políticas o megaproyectos, la presión política y democrática y la gobernanza adaptativa para enfrentar la incertidumbre política, económica y ecológica. Como promotores de la gobernanza del agua sus principales motivaciones son las crisis o cambios, la competencia por los recursos hídricos y las discusiones para reformar las políticas. Su experiencia en el compromiso como partes interesadas es en su mayoría intermedia. Y las áreas de interés principales son el acceso a los recursos hídricos, la calidad de los recursos hídricos y el acceso a servicios de agua potable y de saneamiento. Con un menor interés en la protección contra los desastres hídricos, la calidad de los servicios de agua potable y saneamiento, y la protección ambiental. El 65.7% de los académicos considera que hay suficientes mecanismos para el compromiso de las partes interesadas en la gobernanza del agua. Y para evaluar la efectividad de su participación usan reportes de evaluación, reuniones con otras

|Capítulo 4. Análisis de la participación de los científicos en el ciclo de política partes interesadas y encuestas de satisfacción, en menor grado usan comparaciones con otras instituciones y análisis financieros.

La relevancia e influencia de la participación e involucramiento de los científicos en la gobernanza del agua justifica la caracterización de la interfaz ciencia – política y dado que la gobernanza requiere adaptaciones a lo local es pertinente su estudio a nivel Ciudad de México. A continuación, se identifican los mecanismos institucionales (a través de la revisión del marco normativo y el mapeo de las instituciones involucradas), las instituciones de investigación y los científicos que han participado en esta interfaz. Con el análisis de esta información se sugerirán mejoras para fortalecer los instrumentos públicos para la participación eficiente de los científicos.

4.2 Metodología

Se realizó el mapeo de instituciones, marco normativo y mecanismos institucionales de participación mediante la revisión documental y la creación de una representación visual. El indicador nacional de la Influencia del desarrollo tecnológico del sector hídrico en la toma de decisiones se empleó como referencia para medir la cantidad de proyectos técnicos del IMTA que han influenciado la toma de decisiones sobre agua potable de la Ciudad de México. Este indicador “Se constituye del componente: porcentaje de influencia de las investigaciones y proyectos tecnológicos del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) en la política hídrica, incluido su diseño, modificación e instrumentación, en el ámbito nacional, regional y local. Se consideran proyectos que han sido transferidos a otra entidad, para apoyar la ejecución de políticas públicas mediante instrumentos normativos, económicos o tecnológicos.” (SEMARNAT 2017). El IMTA a través de sus informes anuales reporta los proyectos contabilizados en este rubro. Aunque todos los programas hídricos nacionales han considerado que es función del IMTA (y de las instituciones de educación superior) el desarrollo tecnológico, la capacitación, sensibilización y difusión, fue hasta el Programa Nacional Hídrico 2013-2018 que se implementó este objetivo e indicador. Para crear una línea base, CONAGUA estimó el valor del indicador en el período 2007-2012 con los datos de los proyectos del IMTA (CONAGUA 2014). Para adaptar este indicador para los

proyectos técnicos del agua potable de la ciudad realizados por el IMTA se usó la base de datos de la CENCA-IMTA, su construcción se explica en la sección de metodología del capítulo 3 de este documento. Para seleccionar los proyectos que influyeron en la política hídrica se usaron los reportes anuales del IMTA de los años 2014 a 2017 (IMTA 2015, 2016, 2017, 2018) y para el resto de años se verificaron los títulos de los proyectos.

Se realizó una búsqueda documental de informes de los mecanismos de participación de la interfaz ciencia - política identificados en el mapeo. Dada la escasez de información se seleccionaron las memorias de 4 foros para la elaboración de un programa hídrico de la Ciudad de México y las reformas a la Ley de Aguas de la Ciudad de México. A través de estas memorias, se construyó una base de datos con los científicos participantes y se analizaron los atributos de adscripción y área de estudio. Esta lista se comparó con la base de autores de publicaciones científicas indizadas en WoS, Scopus y la CENCA-IMTA (su construcción se detalla en el capítulo 3).

4.3 Resultados y discusión

4.3.1 Mapeo de instituciones y mecanismos institucionales de participación

El suministro del agua potable en la Ciudad de México es realizado por el Gobierno Estatal que delega esta función en el Sistema de Agua de la Ciudad de México (SACMEX) a través de la Secretaría del Medio Ambiente de la Ciudad de México (Gobierno de la Ciudad de México 2020b). Aunque estas responsabilidades son claras, la provisión del agua potable es compleja porque intervienen instituciones nacionales, de cuenca, estatales y municipales, además de instituciones de la sociedad civil, académicas y del sector privado. Para abordar esta complejidad se mapeo a las principales instituciones que intervienen en la provisión del servicio de agua potable y en su gestión, la figura 14 muestra gráficamente las relaciones entre estas instituciones. Como complemento del mapa se incluye un listado con una selección del marco normativo en la tabla 20. El mapa se extendió hasta el ámbito internacional por la influencia que instituciones como la OCDE, la ONU o el Banco Mundial han tenido en la reforma del sector hídrico (Banco Mundial 2015; OCDE 2013; WWAP 2019): la descentralización que implica que los municipios o en su

|Capítulo 4. Análisis de la participación de los científicos en el ciclo de política

defecto los estados son los responsables de la prestar el servicio de agua potable; la gobernanza del agua reflejada en la participación de la sociedad civil en los consejos de cuenca y mediante consultas, foros y otros mecanismos; la adopción del modelo de la GIRH y la gestión por cuencas; y la incorporación del derecho humano al agua. La gestión por cuencas se da a diferentes niveles geográfico-administrativos e involucra diferentes estados y municipios. La región hidrológico-administrativa en la que se encuentra la Ciudad de México es la número XIII, esta región contiene dos cuencas la del Valle de Tula y la del Valle de México. La cuenca del Valle de México se distribuye en 62 municipios del Estado de México, las 16 alcaldías de la Ciudad de México, 39 municipios de Hidalgo y 4 municipios de Tlaxcala (Olivares 2014).

La CONAGUA además de sus atribuciones como órgano rector del sector hídrico nacional es pieza clave en el apoyo presupuestal, y en la construcción, operación y mantenimiento del Sistema Cutzamala a través del Organismo de Cuenca Aguas del Valle de México. Esto lo permite el artículo 46 de la Ley de Aguas Nacionales “La Autoridad del Agua podrá realizar en forma parcial o total, previa celebración del acuerdo o convenio con los gobiernos de los estados o del Ciudad de México y, a través de éstos, con los gobiernos de los municipios correspondientes, las obras de captación o almacenamiento, conducción y, en su caso, tratamiento o potabilización para el abastecimiento de agua, con los fondos pertenecientes al erario federal o con fondos obtenidos con aval o mediante cualquier otra forma de garantía otorgada por la Federación” (*Ley de Aguas Nacionales* 2020). El sistema Cutzamala es muy costoso pero es indispensable para importar agua porque las fuentes locales no son suficientes para satisfacer la demanda. En el nivel nacional también hay asociaciones civiles, como ejemplo está el Consejo Consultivo del Agua A.C., sus integrantes pertenecen a los sectores académico, social, empresarial y de grandes usuarios de agua. Su objetivo es la evaluación y propuesta de soluciones y políticas ante los retos del sector hídrico (Consejo Consultivo del Agua A.C. 2020). SACMEX administra el Sistema Lerma, pozos locales, manantiales y el sistema de distribución de agua potable. En la provisión de agua potable pueden participar las alcaldías en coordinación con SACMEX para realizar obras en la línea de distribución secundaria.

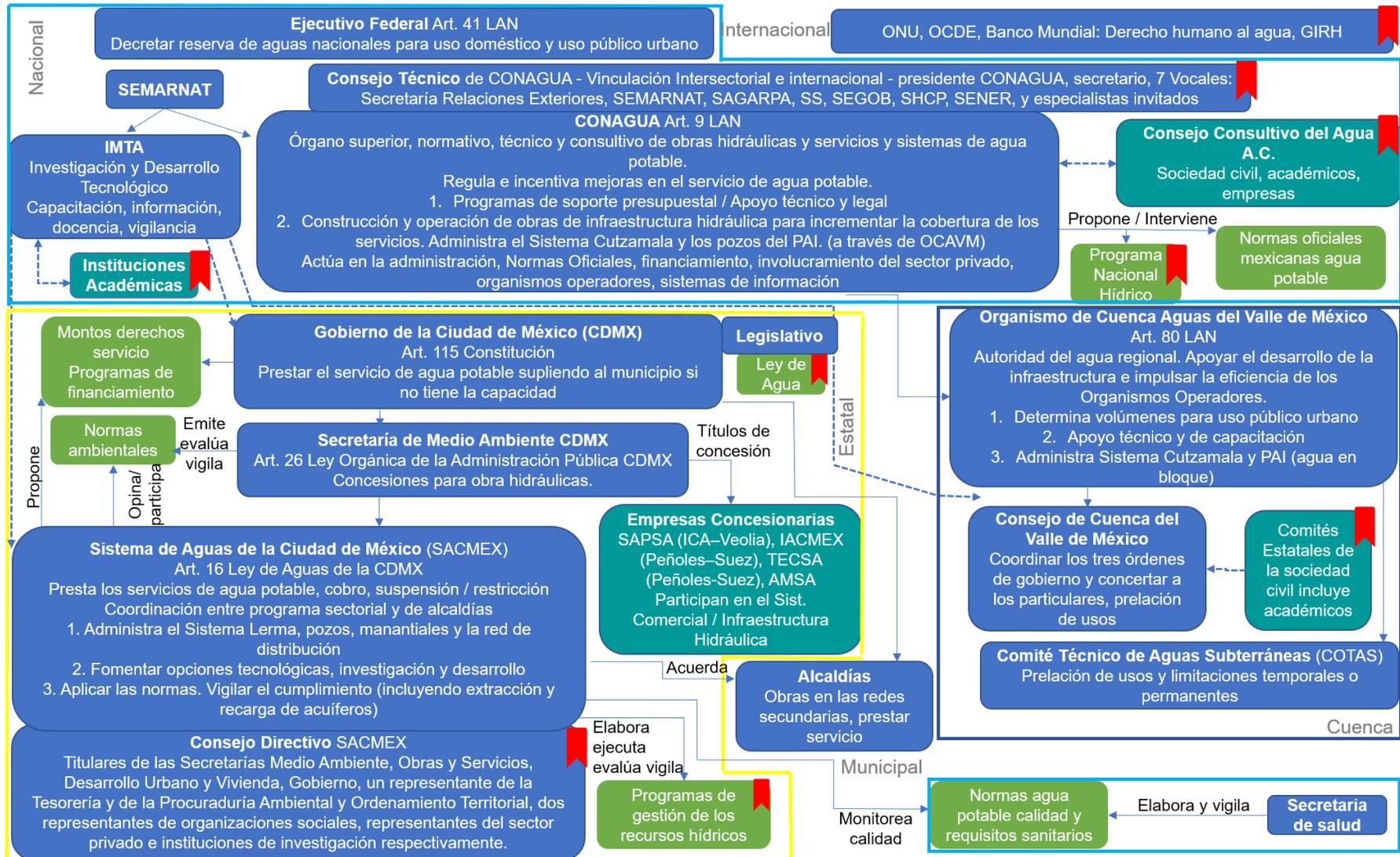


Fig. 14 Mapa de las instituciones que participan en la gestión del agua potable de la CDMX. Elaboración propia.

Tabla 20. Normatividad vigente para la gestión y el abastecimiento de agua potable. Elaboración propia

Normatividad	Nivel / Fecha	Descripción
Ley de Aguas Nacionales	Nacional 1° de diciembre de 1992 Última reforma: 6 de enero de 2020	Artículos 44. “La explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales superficiales o del subsuelo por parte de los sistemas del Distrito Federal, estatales o municipales de agua potable y alcantarillado, se efectuarán mediante asignación que otorgue ‘la Autoridad del Agua’” y 46 “‘La Autoridad del Agua’ podrá realizar en forma parcial o total, previa celebración del acuerdo o convenio con los gobiernos de los estados o del Distrito Federal y, a través de éstos, con los gobiernos de los municipios correspondientes, las obras de captación o almacenamiento, conducción y, en su caso, tratamiento o potabilización para el abastecimiento de agua, con los fondos pertenecientes al erario federal o con fondos obtenidos con aval o mediante cualquier otra forma de garantía otorgada por la Federación” (<i>Ley de Aguas Nacionales 2020</i>)
Programa Hídrico Nacional	Nacional 2014-2018 2007-2012 2001-2006	Define los objetivos, líneas de acción, estrategias, prioridades y políticas para la administración de las aguas nacionales en todas las cuencas. Se sustenta en el Plan Nacional de Desarrollo y el Programa Sectorial de Medio Ambiente (SEMARNAT 2002, 2008, 2014)
Ley del Derecho al Acceso, Disposición y Saneamiento del Agua de la Ciudad de México	Estatal 27 mayo 2003 Última reforma: 29 octubre 2020	Esta ley regula la prestación de los servicios de agua potable. Artículo 5° “Toda persona en la Ciudad de México, tiene el derecho al acceso suficiente, seguro e higiénico de agua potable disponible para su uso personal y doméstico, así como al suministro libre de interferencias. Las autoridades garantizarán este derecho” (Gobierno de la Ciudad de México 2020b)
Programas rectores de la política hídrica la ciudad.	Estatal	Define los objetivos, líneas de acción, estrategias, prioridades y políticas para la administración de las aguas en la Ciudad de México. Se sustenta en el Programa General de Desarrollo del Distrito Federal y en el Programa Ambiental de la Ciudad de México, además de considerar otros planes sectoriales
Programa de Sustentabilidad y Gestión de los Recursos Hídricos	Estatal 2013-2018	Se enfoca en servicio de agua potable con calidad y cantidad suficiente y un uso eficiente. “Mejorar la calidad de los servicios de agua... Incrementar, por un aparte, la eficiencia en el uso de agua y, por otra, el impacto social de las obras, y reducir su impacto ambiental” (SACMEX 2016b)

Normatividad	Nivel / Fecha	Descripción
Programa de Manejo Sustentable del Agua	Estatad 2007-2012	Enfocado en el ahorro del agua potable y en mejorar su calidad: “disminución de fugas domiciliarias, campañas de comunicación, atención a usuarios. Detección y supresión de fugas...” (SACMEX 2012b)
Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos	Estatad 2004-2009	Inclusión de la GIRH “uso de los recursos hídricos bajo un marco de desarrollo sustentable... La eficiencia en la prestación de servicios” (SACMEX 2012b)
Programa Especial de Agua. Visión 20 años	Estatad 2012-2032	Lograr una visión a largo plazo independiente de los cambio políticos y “... garantizar los servicios de agua y saneamiento, como un derecho humano en cantidad y con calidad para los habitantes de la ciudad... infraestructura adecuada” (SACMEX 2012b)
Normatividad	Descripción	
Normas Nacionales (CONAGUA 2020; Secretaría de Salud 2020)		
NOM-179-SSA1-1998	Vigilancia calidad agua potable distribuida a través sistema de abastecimiento público	
NOM-127-SSA1-1994.	Agua potable calidad. Límites permisibles y tratamientos de potabilización	
NOM-230-SSA1-2002	Agua potable, sistemas de abastecimiento. Requisitos sanitarios para su manejo y muestreo	
NOM-012-SSA1-1993		
NOM-014-SSA1-1993		
NOM-011-CONAGUA-2000	Conservación del recurso agua. Que establece las especificaciones y el método para determinar la disponibilidad media anual de las aguas nacionales	
NOM-003-CONAGUA-1996	Requisitos durante la construcción de pozos de extracción de agua para prevenir la contaminación de acuíferos	
NOM-004-CONAGUA-1996	Requisitos para la protección de acuíferos durante el mantenimiento y rehabilitación de pozos de extracción de agua y para el cierre de pozos en general	
NOM-001-CONAGUA-2011	Sistemas de agua potable, toma domiciliaria y alcantarillado sanitario-Hermeticidad-Especificaciones y métodos de prueba	
Normas Estatales (Secretaría del Medio Ambiente de la CDMX 2020)		
NAEDF-002-AGUA-2009	Programas de ahorro de agua en fuentes fijas y grandes consumidores	
NADF-022-AGUA-2011		
NADF-003-AGUA-2002	Recarga del acuífero con agua residual tratada	

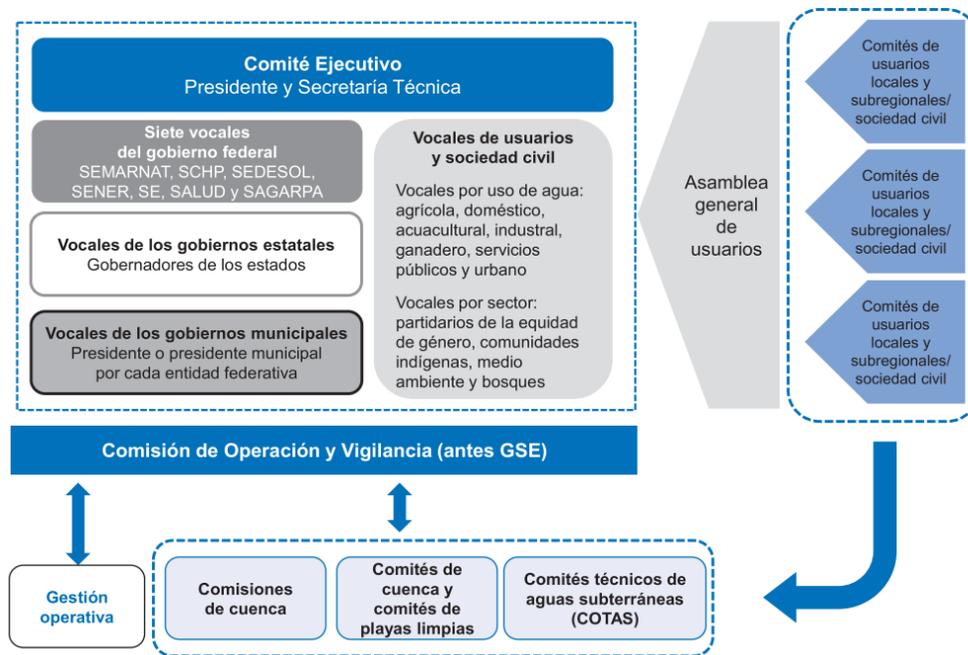


Fig. 15 Estructura de los consejos de cuenca en México. Fuente (OCDE 2013)

A través de concesiones otorgadas por la Secretaría del Medio Ambiente de la ciudad participan empresas privadas en el sistema comercial y la infraestructura hidráulica (SACMEX 2020). Las empresas concesionarias incluyen a los consorcios internacionales Veolia y Suez que tienen una porción relevante del mercado de servicios del agua. Aunque no aparecen en este mapa de instituciones es importante mencionar que en la Ciudad de México existen regiones, áreas periurbanas por ejemplo, que no dependen de la red de distribución y que se autoabastecen a través de la compra de pipas de agua (Licea 2015). La implementación de la GIRH implica considerar el sector del agua interconectado con otros sectores y esto se refleja en el Consejo Técnico de Conagua y en el Consejo Directivo de SACMEX donde participan representantes de secretarías relevantes, expertos, sociedad civil y el sector privado. Sin embargo, aún se reportan algunos problemas en esta coordinación, por ejemplo en el ordenamiento territorial está la problemática de los asentamientos irregulares y la discriminación económica en los servicios de agua potable, y la falta de voluntad política para la coordinación intersectorial (Auditoría Superior de la Federación 2019) y partes interesadas infra representadas como las mujeres, los pobres, las comunidades indígenas, los jóvenes o la naturaleza (OCDE 2015). Las tarifas por el suministro del agua potable

son sugeridas por SACMEX y aprobadas por el Gobierno de la Ciudad de México. Este hecho es relevante en la discusión del derecho humano al agua y la privatización de los servicios de agua ya que la tarifa subsidiada debe beneficiar a las poblaciones más vulnerables (Rolland y Vega-Cárdenas 2010).

Este mapa se enfocó en identificar interacciones pertenecientes a la interfaz ciencia - política y se encuentran marcadas en rojo. A nivel internacional los científicos participan en foros y eventos académicos organizados por organismos internacionales. Por ejemplo, el modelo de la GIRH fue promovido por asociaciones como la Asociación Internacional de Recursos Hídricos, la Asociación Internacional de Historia del Agua y el Programa Mundial de Evaluación de los Recursos Hídricos de la UNESCO (Gupta & Dellapenna, 2009a) y académicos mexicanos también influyeron en la adopción de la GIRH en México a través eventos de difusión organizados por comunidades internacionales (Ruiz Ortega, 2015). A nivel nacional el IMTA es el encargado de coordinar la acción de las instituciones académicas en el desarrollo científico y tecnológico para los recursos hídricos. El indicador de influencia del desarrollo tecnológico del sector hídrico en la toma de decisiones se incluyó en 2007 y se mantuvo hasta 2018 en la evaluación de los objetivos del IMTA. Este indicador "... refleja el resultado del desarrollo y la promoción de la investigación en el sector ambiental a través de la estimación de la influencia de sus investigaciones en la política ambiental, hídrica y de cambio climático de los tres niveles de gobierno" (CONAGUA 2014). La fórmula de cálculo es "(número de proyectos vinculados con instrumentos de la política hídrica y la gestión integrada de los recursos hídricos/ total de proyectos realizados) * 100" (CONAGUA 2014). Más adelante se analizará este indicador. En los consejos de CONAGUA y SACMEX también se incluyen especialistas invitados en el primero y dos representantes de instituciones de investigación en el segundo. La elaboración de los programas hídricos nacionales y de la Ciudad de México se fundamenta, además de en los planes de desarrollo y las aportaciones de otros sectores de gobierno, iniciativas obtenidas a través de consultas públicas que incluyen la participación de científicos. Estos programas también son revisados por expertos en la materia. Los legisladores de la ciudad también realizan foros enfocados en las reformas a la Ley del Agua de la Ciudad de México y participan investigadores. En

|Capítulo 4. Análisis de la participación de los científicos en el ciclo de política el consejo de cuenca los académicos participan como vocales o cómo parte de los comités técnicos (la figura 16 muestra su estructura a detalle). Los investigadores también pueden pertenecer a grupos de la sociedad civil nacionales.

4.3.2 Indicador de la interfaz ciencia – política.

El indicador Influencia del desarrollo tecnológico del sector hídrico en la toma de decisiones definido por CONAGUA no tiene un equivalente en la gestión del agua potable de la Ciudad de México. Pero con la base de datos de informes de proyectos del IMTA para agua potable de la Ciudad de México, se calculó un indicador equivalente. En la figura 16 se muestra la evolución de su valor en el período de estudio. A nivel nacional, éste presenta una tendencia creciente en el período 2014-2018. Los valores de los años 2007 a 2012 fueron estimados por CONAGUA, con la información proporcionada por el IMTA, para establecer la línea base en 2012 de 13.3 (el promedio anual de 2007 a 2012) y la meta para 2018 (20) que fue superada en 4.5 puntos. El indicador elaborado presenta múltiples variaciones durante el período. En 2008 y 2012 cuándo el indicador alcanza el valor máximo solo se realizó un proyecto técnico relacionado con el agua potable de la Ciudad de México.

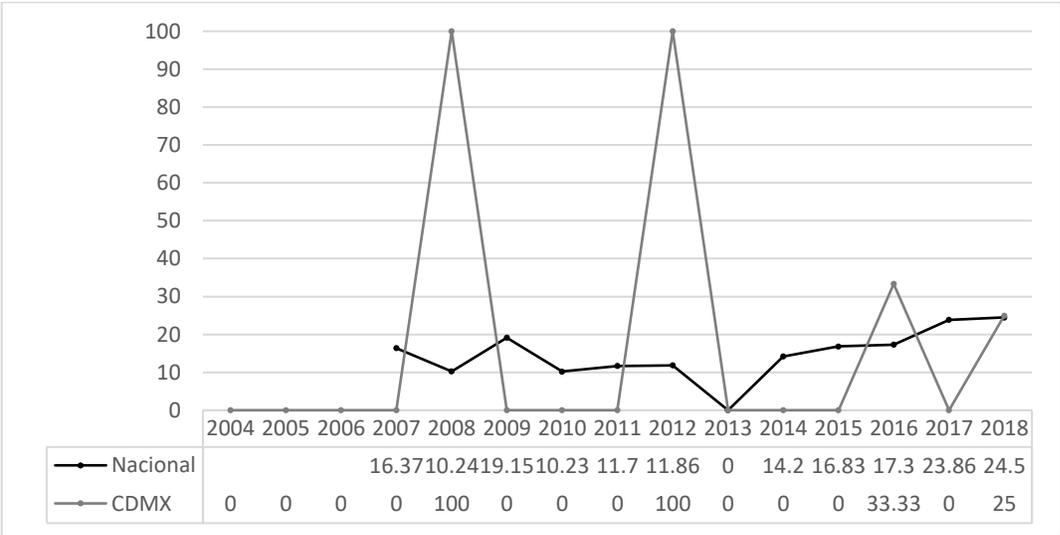


Fig. 16 Evolución del indicador de Influencia del desarrollo tecnológico del sector hídrico en la toma de decisiones a nivel nacional (2007-2018) y a nivel Ciudad de México - agua potable (2004-2018). Elaboración propia con información de (CONAGUA 2014; SEMARNAT 2018)

El total de proyectos que influyeron en la toma de decisiones para el agua potable de la Ciudad de México fueron 4 de 45. Estos cuatro proyectos se enfocaron en un programa de capacitación para los integrantes del consejo de cuenca del Valle de México; dos programas de planeación, el primero para la sostenibilidad hídrica en el marco del programa de visión 2030 para el Valle de México y el segundo para la conservación del suelo del Sistema Cutzamala; y un estudio de factibilidad para desarrollar estrategias participativas para la construcción de un sistema de humedales que saneé el río Amanalco en su aporte a la presa Valle de Bravo (Sistema Cutzamala). 4 proyectos en todo el período es una cantidad mínima en comparación con la problemática que enfrenta la Ciudad de México para la provisión de agua potable. Al igual que lo recomendado para la actividad de esta institución en la zona metropolitana de Monterrey se requiere mejorar su desempeño y contar con indicadores locales (Ramírez y Lugo 2019). En estos informes de proyecto no se reportó la colaboración con otra institución académica. Es necesario implementar más indicadores en diferentes puntos de interacción de la interfaz ciencia – política.

4.3.3 Mecanismos de participación en la interfaz ciencia - política

Para la elaboración de los tres Programas Hídricos Nacionales y la Agenda del Agua 2030 correspondientes al período de estudio se realizaron foros de consulta con expertos y el IMTA también participó. Para el Programa Nacional Hidráulico 2001-2006 se realizaron 6 foros en diferentes estados de la república mexicana que contaron con la participación de 29 expertos en promedio por foro (SEMARNAT 2002). Para el Programa Nacional Hídrico 2007-2012 se consideró lo reflexionado en el IV Foro Mundial del Agua realizado en la Ciudad de México y se menciona una consulta pública online y 8 talleres con la participación de 650 especialistas y particulares (SEMARNAT 2008). El Programa Nacional Hídrico 2014-2018 considero la consulta pública que se realizó en diversos foros regionales y fue revisado por expertos en materia hídrica (SEMARNAT 2014). Para la Agenda del Agua 2030 la participación se enmarcó en dos áreas temáticas con eventos organizados por el IMTA: Planeación prospectiva para la investigación científica y desarrollo tecnológico en materia de agua y su gestión; y escenarios para el subsector agua potable y saneamiento. Para el primer tema se realizaron foros

|Capítulo 4. Análisis de la participación de los científicos en el ciclo de política virtuales y sesiones participativas, para el segundo tema se utilizaron encuestas. La evaluación de la experiencia participativa en estos eventos de los expertos concluyó que es necesario explicitar las metodologías de participación y fortalecer los mecanismos de participación considerando no solo la información oficial sino la que proveen instituciones de investigación y organizaciones civiles (de Leon Ardon y Sanchez Guerrero 2017). En tres procesos de iniciativas de Ley General de Aguas el IMTA ha actuado como asesor técnico, social y ético con el concepto de ética hídrica que involucre los derechos humanos y gestión comunitaria (IMTA 2020).

Para la Ciudad de México, se formularon tres Programas Hídricos en la Ciudad de México entre los años 2004 y 2018 y la visión a 20 años. En el Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos 2004-2009 no se especifica si en su elaboración se consideraron consultas, foros o la contribución de expertos. Para la elaboración del Programa de Manejo Sustentable del Agua 2007-2012 se consideraron las opiniones vertidas en consultas, talleres y mesas redondas en las que participaron académicos, usuarios de agua, el sector privado y la sociedad civil, sin embargo no se especifica más información al respecto. El Programa de Sustentabilidad y Gestión de los Recursos Hídricos 2013-2018 consideró para su elaboración las reflexiones obtenidas en el Foro la Crisis del Agua en la Ciudad de México: retos y soluciones realizado en 2013 y organizado por la Red del Agua de la UNAM y SACMEX. En este foro participaron representantes de gobierno federal, estatal, y de cuenca, empresas privadas, asociaciones civiles, y científicos. Las memorias están disponibles y enlistan los participantes de cada mesa de trabajo (Red del Agua UNAM y SACMEX 2013). El Programa Especial de Agua Visión 20 años 2012-2032 tampoco especifica si se realizó con la participación de expertos pero se sustenta en el Programa de Manejo Sustentable del Agua 2007-2012 (SACMEX 2012b). En cuanto a la Ley de Aguas se tienen registros de foros organizados por la Comisión de Gestión Integral del Agua de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal (creada en 2006) para crear un diálogo entre sociedad civil, científicos, funcionarios gubernamentales y empresas para proponer reformas. Las memorias publicadas de estos foros enlistan a los asistentes y sus cargos lo que permitió identificar a los científicos que participaron. Los foros con memorias publicadas son El Reto: 1o el agua 2007, Una Nueva Política Hidráulica El Reto 1o el agua 2008, Derecho

Humano al Agua y el Modelo que lo Garantiza 2011, y Foro Retos y Soluciones Del Agua en la CDMX 2015 (Asamblea Legislativa del Distrito Federal 2020).

El Consejo de Cuenca tiene muy poca información en línea y se localizaron documentos útiles para identificar las interacciones en este mecanismo de participación. Lo mismo ocurre con los comités técnicos y los consejos de CONAGUA y SACMEX. Lo anterior indica una deficiencia en la transparencia y disponibilidad de información que puede dificultar la gobernanza del agua como lo indicaron los estudios de los antecedentes. Esta falta de transparencia también se observa en que no se indica claramente el proceso de selección de los participantes ni cómo se integrarán sus aportaciones en la toma de decisiones. La OCDE define una tipología de participación (OCDE 2015): la comunicación, la consulta, la participación, la representación, la asociación y la coproducción y codecisión. La participación identificada de los científicos se enmarca en las tipologías de consulta, participación y en menor grado representación. Este hecho aunado a una falta de transparencia en el efecto de la consulta o participación en la toma de decisiones constituye una limitante normativa. Por lo que se sugiere ampliar la gama de mecanismos con diferentes niveles de participación para los científicos y estudios para clasificar los mecanismos de acuerdo con el tipo de participación que permiten y para que agentes.

Los mecanismos institucionales de participación identificados también se pueden relacionar con las etapas del ciclo de política pública. No hay consenso sobre las etapas del ciclo de políticas públicas y diversos autores han planteado sus propias etapas. La forma convencional de describir este ciclo de políticas públicas en forma cronológica es: (a) el establecimiento de la agenda (que incluye el reconocimiento del problema y la selección), (b) la formulación de políticas, (c) la toma de decisiones, (d) la implementación, (e) la evaluación y (f) la terminación (Werner & Wegrich, 2007). Los foros, talleres, consultas y la participación en consejos de cuenca pueden incidir en el establecimiento de la agenda de gobierno y en la etapa inicial del proceso de la formulación de políticas. Existen también instrumentos de participación relacionados con la evaluación de políticas (proyectos técnicos coordinados por el IMTA o la participación en Consejos). Sin embargo, es necesaria

|Capítulo 4. Análisis de la participación de los científicos en el ciclo de política una mayor transparencia para en estudios futuros complementar estos resultados y contemplar la participación de los científicos en cada etapa del ciclo de políticas públicas, incluida la implementación para el caso de funcionario públicos con formación científica.

Los foros con listados de asistentes publicados se emplearon para identificar la participación de científicos como ponentes o parte de las mesas de trabajo. La tabla 21 resume los foros y la cantidad de científicos encontrados. En total participaron 46 científicos (agentes epistémicos), y a continuación se describen sus adscripciones: 15 adscritos a la UNAM, 14 a la UAM, 5 al IPN, 3 al Colegio de Ingenieros Civiles de México, 1 al IMTA, 1 al Instituto Mora, 1 a la Universidad Iberoamericana, 1 a la Benemérita Universidad de Puebla, 2 son consultores en la Comisión de Derechos Humanos del Distrito Federal, 1 asesora de la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación del Distrito Federal; 1 Asesor de la Coordinación de Planeación, Presupuestación y Evaluación; y 1 sin información de adscripción disponible. En este caso la UAM y la UNAM son las instituciones que concentran significativamente las adscripciones, esto puede deberse a que fueron instituciones co-organizadoras de los foros, sin embargo se requiere revisar más eventos para confirmar o refutar esta hipótesis. La mayoría de los investigadores participaron solo en un foro, 26 investigadores en total, 16 participaron en dos foros, 3 en tres foros y 1 en cuatro foros. No se nombra el área de estudio de 3 investigadores, 19 se especializan en ingeniería, 7 se especializan en biología o ciencias, 7 en economía, 6 en sociología y antropología, 2 en ciencias sociales y 2 en jurídicas. Lo anterior refiere al intercambio interdisciplinario además de intersectorial que ocurrió en estos espacios. De los científicos que publicaron estudios sobre el agua potable de la Ciudad de México en el período 2004-2018, 11 participaron en los foros y se enlistan en la tabla 22. Aunque la mitad de las investigadoras tienen una producción significativa se observa que participaron autores con una o dos publicaciones. Este resultado puede explicarse porque sus publicaciones no son específicas para la Ciudad de México pero su investigación si es relevante para la problemática de la zona.

Tabla 21. Mecanismos de participación y participación de científicos. Elaboración propia.

Foro	Cantidad de científicos
Crisis del Agua en la CDMX: Retos y soluciones 2013	16
El Reto: 1o el agua 2007	17
Una Nueva Política Hidráulica El Reto 1o el agua 2008	9
Derecho Humano al Agua y el Modelo que lo Garantiza 2011	19
Retos y Soluciones Del Agua en la CDMX 2015	5

Aunque los agentes epistémicos identificados no constituyen la totalidad de científicos que participaron en la política pública del agua potable de la Ciudad de México, se pueden analizar desde la perspectiva de las comunidades epistémicas. La definición de comunidad epistémica se retoma de Peter Haas en el campo de la convergencia en la política pública internacional:

“Una comunidad epistémica es una red de profesionales con reconocida experiencia y competencia en un campo particular y una demanda de autoridad de conocimientos relevantes para la política dentro de ese campo o área temática. Aunque una comunidad epistémica puede estar formada por profesionales de una variedad de disciplinas y antecedentes, tienen (1) un conjunto compartido de creencias normativas y de principios, que proporcionan una racionalidad basada en valores para la acción social de los miembros de la comunidad; (2) creencias causales compartidas, que se derivan de su análisis de las prácticas que conducen o contribuyen a un conjunto central de problemas en su dominio y que luego sirven como base para elucidar los múltiples vínculos entre las posibles acciones de política y los resultados deseados; (3) nociones compartidas de validez -es decir, criterios intersubjetivos, definidos internamente para valorar y validar el conocimiento en el dominio de su experiencia; y (4) una empresa de política común -es decir, un conjunto de prácticas comunes asociadas a un conjunto de problemas a los que se dirige su competencia profesional, presumiblemente en la convicción de que el bienestar humano se verá reforzado como consecuencia” (Haas 1992, p. 3)

Tabla 22. Investigadores con producción científica en el tema del agua potable de la Ciudad de México y que participaron en los foros. Elaboración propia.

Clave	Nombre	Documentos publicados	Género	Nivel SNI	Área SNI	Institución
1	Mazarí Hiriart, Marisa	8	F	2	1	UNAM
2	Jiménez Cisneros, Blanca Elena	6	F	3	7	UNAM
8	Almeida Leñero, Lucia Oralia	3	F	NA	NA	UNAM
11	Espinosa Garcia, Ana Cecilia	3	F	1	1	UNAM
13	Jujnovsky, Julieta	3	F	NA	NA	UNAM
48	Rodriguez Tapia, Lilia	2	F	1	5	UAM
60	Alcocer Yamanaka, Victor Hugo	1	M	1	7	IMTA
116	Gonzalez Reynoso, Arsenio	1	M	NA	NA	IMora
152	Montero Contreras, Delia Patricia	1	F	2	5	UAM
197	Torregrosa y Armentia, María Luisa	1	F	2	5	UNAM

Esta definición distingue a las comunidades epistémicas de otros grupos de científicos o profesionales, así como de movimientos sociales y legisladores, en el hecho de que las primeras comparten principios causales e intereses, y cuentan con una base de conocimiento basada en el consenso (Haas 1992, p. 18). Las comunidades epistémicas dan origen a innovaciones políticas que evolucionan generalmente con independencia de la influencia directa de los gobiernos, aunque cada gobierno estampa sus características al modelo desarrollado (Adler y Haas 1992 citado en; Ruiz Ortega 2015, p. 74). Adicionalmente, difunden internacionalmente estas innovaciones y tienen un impacto institucionalizado a través de su influencia burocrática y política (Ruiz Ortega 2015, p. 74). El análisis de estas comunidades epistémicas está limitado debido a la fragmentación de la red de coautorías (la mayoría de los 11 científicos con publicaciones y colaboraciones identificadas pertenecen a diferentes comunidades de la red de coautorías) y a que se identificaron más investigadores fuera de la red de quienes se requiere obtener información de sus publicaciones y colaboraciones. Sin embargo, se sugiere para trabajos futuros, ya que este análisis puede complementar la caracterización de la interfaz ciencia - política al develar como influyen sus propias ideologías y como se difunden sus innovaciones de política.

Conclusiones

La problemática en torno al acceso al agua potable en la Ciudad de México es compleja y requiere de mayor eficiencia en las políticas públicas, así como la integración de agentes sociales en una toma de decisiones más plural. La participación de los científicos en el ciclo de las políticas públicas es relevante porque contribuyen a la eficiencia de las políticas al prever los efectos que pueden tener las soluciones planteadas, y a informar de las implicaciones de diferentes opciones a las partes interesadas. El conocimiento científico no es el único y se requiere la participación y co-responsabilidad de otros agentes sociales para que las políticas públicas sean efectivas, es por ello que la gobernanza del agua es fundamental para asegurar la toma de decisiones plurales a través de un proceso de concertación de acuerdos.

La hipótesis de trabajo fue comprobada. Existen limitantes normativas para la participación de los científicos en la elaboración de las políticas públicas en materia de acceso, gestión, calidad y uso sostenible de agua potable en la Ciudad de México (2004-2018) y no se encontró certeza de la forma en que se integran sus contribuciones a la toma de decisiones. La principal limitante normativa detectada en este estudio es la falta de transparencia en los procesos de participación. Sin esta transparencia no existe certeza de las recomendaciones aportadas por los científicos, de cómo se usan estas recomendaciones en la toma de decisiones, ni de los procesos de selección de los científicos participantes. Estas condiciones no fomentan un entorno de gobernanza adecuado para la participación de los científicos. Otra limitante es que solo existe un indicador referente a la interfaz ciencia – política que no considera todos los mecanismos existentes. La implementación de más mecanismos puede contribuir a la evaluación y mejora de esta interfaz. Para determinar si las políticas públicas en materia de acceso, gestión, calidad y uso sostenible de agua potable en la ciudad se han diseñado al margen de la participación de los expertos se requiere más información sobre la interacción en la interfaz ciencia – política por lo que se sugiere realizar trabajos futuros para recopilar esta información a través de fuentes primarias como entrevistas o encuestas.

Las herramientas cuantitativas y de análisis de redes sociales permitieron identificar a los científicos especializados en el tema del agua potable de la Ciudad de México y sus relaciones en el período 2004 - 2018. Estas comunidades de investigadores se concentran geográficamente en el Valle de México y la UNAM y el IMTA son las instituciones más relevantes. La red de investigación es poco densa, las colaboraciones interinstitucionales, internacionales e intersectoriales son incipientes, pero si existió colaboración interdisciplinar en las comunidades. Sin embargo, pocas colaboraciones perduraron. Los investigadores de género masculino fueron predominantes en la red de investigación. El tema de investigación principal es la calidad del agua y existen menos publicaciones de temas relevantes como la gestión de la demanda, la gobernanza participativa, el déficit financiero, los subsidios equitativos y la participación del sector privado en la gestión del agua potable. A través de las citas de esta producción científica se observaron flujos de conocimiento relevantes entre México y Estados Unidos, México y Brasil, y entre grupos de investigadores de la UNAM.

La interfaz ciencia – política en materia de agua potable de la Ciudad de México se caracterizó a través de un mapeo institucional y la revisión documental del marco normativo y los reportes de participación. En esta interfaz ocurre la comunicación, construcción de conocimiento, negociación de intereses, diálogo, interdependencias e intercambios. entre los científicos y los tomadores de decisiones. El mapa institucional permitió abordar la complejidad producto de la gestión por cuencas y la descentralización de funciones e identificar los instrumentos institucionales establecidos para la participación e interacción de los investigadores con agentes gubernamentales. Estos instrumentos existen a nivel internacional, nacional, de cuenca y estatal. Estos mecanismos permiten la influencia de los científicos principalmente en la formulación y evaluación de las políticas sin embargo no hay transparencia de cómo se utiliza su consulta y participación en la toma de decisiones. Los documentos que dan cuenta de las interacciones y acuerdos que suceden a través de estos mecanismos son escasos y poco accesibles. Un elemento central de la gobernanza hídrica es la transparencia, por ello se recomienda incrementar la transparencia y lograr un equilibrio con la confidencialidad de la información. La transparencia debe acompañarse de la

responsabilidad y garantizar espacios plurales y con un efecto en la toma de decisiones. Solo se identificó un indicador de la interfaz ciencia – política que mide la influencia del IMTA en las políticas públicas. Con la información de foros que influyeron en la elaboración de un programa hídrico y la modificación de la ley de agua a nivel estatal se identificó una fracción de los agentes epistémicos (científicos que participaron en la política de agua potable). Esta comunidad de agentes epistémicos es interdisciplinaria. Las instituciones más relevantes son la UNAM y la UAM, que fueron instituciones co-organizadoras de los eventos.

Las recomendaciones para trabajos futuros incluyen identificar la influencia de las concepciones de los roles de los investigadores en su participación en la gobernanza del agua y en sus relaciones con el gobierno, la sociedad civil y las empresas. Analizar el nivel de influencia o poder de decisión en la gobernanza del agua de cada sector: social, académico y empresarial. Realizar una evaluación de los principios de gobernanza hídrica en las instituciones que participan en la gestión del agua. Analizar otro tipo de interfaces en la gestión del agua entre actores y el estado de la representatividad de actores usualmente subrepresentados. Llevar a cabo estos estudios en diversos niveles: nacional, cuenca, urbano, estatal y municipal. Comparar la interfaz ciencia - política a nivel nacional y en otras urbes.

Referencias

- Abejón, R., & Garea, A. (2015). A bibliometric analysis of research on arsenic in drinking water during the 1992-2012 period: An outlook to treatment alternatives for arsenic removal. *Journal of Water Process Engineering*, 6, 105–119. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2015.03.009>
- Adler, E., & Haas, P. M. (1992). Conclusion: Epistemic Communities, World Order, and the Creation of a Reflective. *International Organization*, 46(1), 367–390. <http://www.jstor.org/stable/2706960>. Consultado el 13 de octubre de 2017
- Aguilar Villanueva, Luis F. (2013). Estudio introductorio. En Luis F. Aguilar Villanueva (Ed.), *El Estudio de las Políticas Públicas* (3a ed., pp. 15–74). Ciudad de México: M A Porrua. http://www.inap.mx/portal/images/RAP/el_estudio_de_las_politicas_publicas.pdf
- Aguilar Villanueva, Luis F. (2003). Estudio introductorio. En *Problemas públicos y agenda de gobierno*. Ciudad de México: Porrua.
- Aguilar Villanueva, Luis Felipe. (1993). *Problemas públicos y agenda de gobierno. Problemas públicos y agenda de gobierno*.
- Alillo-Sanchez, J. L., Gaytan-Herrera, M. L., Martínez-Almeida, V. M., & Ramírez-García, P. (2014). Microcystin-LR equivalents and their correlation with *Anabaena* spp. in the main reservoir of a hydraulic system of Central Mexico. *Inland Waters*, 4(3), 327–336. <https://doi.org/10.5268/IW-4.3.573>
- Allison, G. (2006). Emergence of schools of public policy: reflections by a founding dean. En *The Oxford Handbook of Public Policy* (pp. 58–79). Oxford University Press.
- Anderson, J. E. (1984). *Public policymaking*. (Praeger, Ed.). New York: Wadsworth/Cengage Learning. https://books.google.es/books/about/Public_Policymaking.html?id=A3phpKTD1pYC&hl=es. Consultado el 16 de octubre de 2017
- Asamblea Legislativa del Distrito Federal. (2020). Comisión de Gestión Integral del Agua. <http://www.aldf.gob.mx/comision-gestion-integral-agua-731-1.html>. Consultado el 7 de diciembre de 2020
- Auditoría Superior de la Federación. (2019). *Evaluación núm. 1585-DE Política Pública de Agua Potable*.
- Ávila, P. (2008). Legislación, política del agua e inversión pública en regiones indígenas. En H. R. Guerrero García Rojas, A. Yúnez-Nauade, & J. Medellín-Azuara (Eds.), *El agua en México. Consecuencias de las políticas de intervención en el sector* (1a ed., pp. 59–92). Ciudad de México: Fondo de Cultura Económica.
- Banco Mundial. (2012). *Gestión Integral de Aguas Urbanas. Síntesis*. Washington. www.worldbank.org. Consultado el 28 de febrero de 2017
- Banco Mundial. (2015). *Cutzamala. Diagnóstico integral*. Ciudad de México. <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/309801468189248037/pdf/99219-P150092-SPANISH-WP-PUBLIC-Box393194B.pdf>. Consultado el 3 de julio de 2017
- Bastian, M., Heymann, S., & Jacomy, M. (2009). Gephi: an open source software for exploring and manipulating networks. En *International AAAI Conference on Weblogs and Social Media*. www.aaai.org. Consultado el 30 de enero de 2020
- Batchelor, C. (2007). *Water governance literature assessment*.

- <http://pubs.iied.org/pdfs/G02523.pdf>. Consultado el 28 de junio de 2017
- Bautista-Olivas, A. L., Tovar-Salinas, J. L., Mancilla-Villa, O. R., Flores-Magdaleno, H., Ramirez-Ayala, C., Arteaga-Ramirez, R., & Vazquez-Pena, M. (2014). Trace metals concentration in condensed water from the atmospheric humidity in the Valley of Mexico. *Interciencia*, 39(4), 234–240.
- Bazán Pérez, C. I. (2009). Distribución geohistórica del recurso agua en la cuenca de México. En M. C. Martínez Omaña (Ed.), *El agua en la memoria. Cambios y continuidades en la Ciudad de México 1940-2000* (1a ed., pp. 29–87). Ciudad de México: Instituto Mora.
- Becerril, J. E., & Jiménez, B. (2007). Potable water and sanitation in Tenochtitlan: Aztec culture. *Water Science and Technology: Water Supply*, 7(1), 147–154. <https://doi.org/10.2166/ws.2007.017>
- Bednarek, A. T., Wyborn, C., Cvitanovic, C., Meyer, R., Colvin, R. M., Addison, P. F. E., et al. (2018). Boundary spanning at the science–policy interface: the practitioners’ perspectives. *Sustainability Science*, 13(4), 1175–1183. <https://doi.org/10.1007/s11625-018-0550-9>
- Berry, Ka, Mollard, & Eric. (2010). Introduction : social participation in water governance and management. En *Social participation in water governance and management*. http://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers16-09/010047893.pdf. Consultado el 28 de junio de 2017
- Bhattacharya, S., & Bhattacharya, S. (2017). Indo-French cooperation in water sciences: capturing research dynamics through co-authorship analysis. *Current Science*, 113(9), 1668–1674. <https://doi.org/10.18520/cs/v113/i09/1668-1674>
- Bolados García, P., Henríquez Olguín, F., Ceruti Mahn, C., & Sánchez Cuevas, A. (2017). La eco-geo-política del agua: una propuesta desde los territorios en las luchas por la recuperación del agua en la provincia de Petorca (Zona central de Chile). *Revista Rupturas*, 8(1), 159–191. <https://doi.org/10.22458/rr.v8i1.1977>
- Brewer, G. D., & DeLeon, P. (1983). *The foundations of policy analysis*. Brooks/Cole Pub. Co. https://books.google.com.mx/books/about/The_foundations_of_policy_analysis.html?id=Vq7uAAAAMAAJ&redir_esc=y. Consultado el 16 de octubre de 2017
- Caldera Ortega, A. R., & Torregrosa y Armentia, M. L. (2010). Procesos políticos e ideas en torno a la naturaleza del agua: un debate en construcción en el orden internacional. En *El agua en México: Cauces y Encauces* (pp. 317–346).
- Carnero-Bravo, V., Merino-Ibarra, M., Carolina Ruiz-Fernandez, A., Albert Sanchez-Cabeza, J., & Ghaleb, B. (2015). Sedimentary record of water column trophic conditions and sediment carbon fluxes in a tropical water reservoir (Valle de Bravo, Mexico). *Environmental Science and Pollution Research*, 22(6), 4680–4694. <https://doi.org/10.1007/s11356-014-3703-0>
- Castro, J. E. (2007). Water governance in the twentieth-first century. *Ambiente e Sociedade*, 10(2), 97–118. <https://doi.org/10.1590/s1414-753x2007000200007>
- Chávez, A., Maya, C., Gibson, R., & Jiménez, B. (2011). The removal of microorganisms and organic micropollutants from wastewater during infiltration

- to aquifers after irrigation of farmland in the Tula Valley, Mexico. *Environmental Pollution*, 159(5), 1354–1362.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.01.008>
- Chelleri, L., Schuetze, T., & Salvati, L. (2015). Integrating resilience with urban sustainability in neglected neighborhoods: Challenges and opportunities of transitioning to decentralized water management in Mexico City. *Habitat International*, 48, 122–130. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.03.016>
- Chen, D., Bi, B., Luo, Z. H., Yang, Y. W., Webber, M., & Finlayson, B. (2018). A scientometric review of water research on the Yangtze River. *Applied Ecology and Environmental Research*, 16(6), 7969–7987.
https://doi.org/10.15666/aeer/1606_79697987
- Cifuentes, E., & Rodriguez, S. (2005). Urban sprawl, water insecurity, and enteric diseases in children from Mexico City. *EcoHealth*, 2(1), 70–75.
<https://doi.org/10.1007/s10393-004-0117-3>
- Cifuentes, E., Suarez, L., Espinosa, M., Juarez-Figueroa, L., & Martinez-Palomo, A. (2004). Risk of *Giardia intestinalis* infection in children from an artificially recharged groundwater area in Mexico City. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 71(1), 65–70. <https://doi.org/10.4269/ajtmh.2004.71.65>
- Cleaver, F., & Franks, T. (2008). Distilling or diluting? Negotiating the water research-policy interface. *Water Alternatives*, 1(1), 157–176. <http://www.water-alternatives.org/index.php/allabs/23-a-1-1-9/file>. Consultado el 10 de febrero de 2018
- CONACYT. (2019a). Archivo histórico del SNI.
<https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/sistema-nacional-de-investigadores/archivo-historico>. Consultado el 12 de julio de 2019
- CONACYT. (2019b). Sistema Nacional de Investigadores [National System of Researchers]. <https://www.conacyt.gob.mx/index.php/el-conacyt/sistema-nacional-de-investigadores>. Consultado el 2 de agosto de 2019
- CONAGUA. (2006). *El agua en México*. Ciudad de México: CONAGUA.
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Publicaciones/Publicaciones/EL-AGUA-EN-MEXICO.pdf>. Consultado el 30 de junio de 2017
- CONAGUA. (2014). *Programa Nacional Hídrico 2014-2018. Capítulo IV. Indicadores*.
<http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/Capitulo4.pdf>. Consultado el 22 de febrero de 2017
- CONAGUA. (2016). Ley de Aguas Nacionales. *Diario Oficial de la Federación*, (Artículo 3 Sección XII), 1–107.
<http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16.pdf>. Consultado el 24 de febrero de 2017
- CONAGUA. (2018). *Estadísticas del agua en México 2018*. Ciudad de México.
http://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2018.pdf
- CONAGUA. (2020). Normas Oficiales Mexicanas (NOM).
<https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/normas-oficiales-mexicanas-nom-83264>. Consultado el 3 de diciembre de 2020
- Congreso de la Ciudad de México. (2020). Avanzan en Comisión reformas a la ley para que sanitarios públicos utilicen sistemas de ahorro de agua.
<https://www.congresocdmx.gob.mx/comsoc-avanzan-comision-reformas-ley-que-sanitarios-publicos-utilicen-sistemas-ahorro-agua-1564-1.html>

- Consultado el 10 de julio de 2020
- Consejo Consultivo del Agua A.C. (2020). Quienes somos. <https://www.aguas.org.mx/sitio/quienes.html>. Consultado el 6 de enero de 2021
- Consejo de Cuenca del Valle de México. (2016). Consejo de Cuenca del Valle de México. <http://ccvm.org.mx/>. Consultado el 26 de abril de 2017
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. Artículo 4° (2020). México. <https://www.juridicas.unam.mx/legislacion/ordenamiento/constitucion-politica-de-los-estados-unidos-mexicanos#10539>. Consultado el 31 de diciembre de 2020
- Crewe, E., & Young, J. (2002). *Bridging research and policy: context, evidence and links*. www.odi.org.uk. Consultado el 10 de febrero de 2018
- Dai, Y., Song, Y., Gao, H., Wang, S., & Yuan, Y. (2015a). Bibliometric analysis of research progress in membrane water treatment technology from 1985 to 2013. *Scientometrics*, *105*(1), 577–591. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1669-4>
- Dai, Y., Song, Y., Gao, H., Wang, S., & Yuan, Y. (2015b). Bibliometric analysis of research progress in membrane water treatment technology from 1985 to 2013. *Scientometrics*, *105*, 577–591. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1669-4>
- Davies, J. (2010). Exploring the science-policy interface. *Cell*, *141*(3), 390–391. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2010.04.017>
- de Leon Ardon, R. V., & Sanchez Guerrero, G. de las N. (2017). Characterization of Public Planning Scenarios: The Case of Mexican Water Sector. *Gestión y Política Pública*, *26*(1), 53–103.
- Diaz, G., Ortiz, R., Schettino, B., Vega, S., & Gutierrez, R. (2009). Organochlorine Pesticides Residues in Bottled Drinking Water from Mexico City. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, *82*(6), 701–704. <https://doi.org/10.1007/s00128-009-9687-7>
- Dinar, A., Guerrero García Rojas, H., Yúnez-Naude, A., & Medellín-Azuara, J. (2008). Políticas en el sector agua, instrumentos para la evaluación de sus consecuencias económicas y ambientales. Una visión panorámica. En H. R. Guerrero García Rojas, A. Yúnez-Naude, & J. Medellín-Azuara (Eds.), *El agua en México. Consecuencias de las políticas de intervención en el sector* (1a ed., pp. 11–29). Ciudad de México: Fonde de Cultura Económica.
- Domínguez-Montero, L. E., Poggi-Varaldo, H. M., Pérez-Angón, M. Á., Jiménez-Cisneros, B. E., Cañizares-Villanueva, R. O., Caffarel-Méndez, S., & Frixione-Garduño, E. (2017). Instrumentos tecnológicos patentados en México para tratar aguas residuales. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, *33*, 43–51. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.esp01.04>
- Dominguez Serrano, J. (2007). *La gobernanza del Agua en México y el reto de la adaptación en zonas urbanas: El caso de la Ciudad de México*. [http://siaps.colmex.mx/documentos/estudios/Gobernanza del agua en Mexico.pdf](http://siaps.colmex.mx/documentos/estudios/Gobernanza%20del%20agua%20en%20Mexico.pdf). Consultado el 4 de marzo de 2017
- Engel, K., Jokiel, D., Kraljevic, A., Geiger, M., & Smith, K. (2011). *Big cities. Big water. Big challenges. Water in an urbanizing world*. Berlin. https://www.wfse.cdn.triggerfish.cloud/uploads/2019/01/big-cities_big-water_big-challenges_2011.pdf. Consultado el 28 de marzo de 2020

- Engels, A. (2005). The Science-Policy Interface. *The Integrated Assessment Journal*. https://journals.sfu.ca/int_assess/index.php/iaj/article/view/165. Consultado el 22 de febrero de 2018
- Espinosa-Garcia, A. C., Diaz-Avalos, C., Solano-Ortiz, R., Tapia-Palacios, M. A., Vazquez-Salvador, N., Espinosa-Garcia, S., et al. (2014). Removal of bacteria, protozoa and viruses through a multiple-barrier household water disinfection system. *Journal of Water and Health*, 12(1), 94–104. <https://doi.org/10.2166/wh.2013.080>
- FAO. (2018). *Progresos en el nivel de estrés hídrico: valores de referencia mundiales para el indicador 6.4.2 de los ODS*. Rome. www.fao.org/publications/es/
- Felix-Carriedo, T. E., Duran-Alvarez, J. C., & Jimenez-Cisneros, B. (2013). The occurrence and distribution of a group of organic micropollutants in Mexico City's water sources. *Science of the Total Environment*, 454, 109–118. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.02.088>
- Flörke, M., Schneider, C., & McDonald, R. I. (2018). Water competition between cities and agriculture driven by climate change and urban growth. *Nature Sustainability*, 1(1), 51–58. <https://doi.org/10.1038/s41893-017-0006-8>
- Fondo para la Comunicación y la Educación Ambiental A.C. (2006). *El agua en México lo que todas y todos debemos saber*. Ciudad de México. https://www.cemda.org.mx/wp-content/uploads/2011/12/agua-mexico_001.pdf. Consultado el 28 de septiembre de 2017
- Franco-García, M., Hendrawati-Tan, L., Gutierrez-Diaz, C., Casiano, C., & Bressers, H. (2013). Institutional innovation of water governance in Mexico: the case of Guadalupe Basin, near Mexico City. En *Water Governance, Policy and Knowledge Transfer: International Studies on Contextual Water Management* (pp. 188–204). <https://doi.org/10.4324/9780203102992>
- Fu, H. Z., Wang, M. H., & Ho, Y. S. (2013). Mapping of drinking water research: A bibliometric analysis of research output during 1992-2011. *Science of the Total Environment*, 443, 757–765. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.11.061>
- Galicia Chacón, L., Molina Frechero, N., Oropeza Oropeza, A., Gaona, E., & Juárez López, L. (2011). Analysis of drinking water fluoride concentration in Tláhuac, México City. *Revista Internacional de Contaminacion Ambiental*, 27(4), 283–289. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-84857479357&partnerID=40&md5=1ba4fbb618fc4b7ab2afc3226d568ab3>
- Garavito González, L. (2012). La movilización social por el agua en la Cuenca de México. Una perspectiva desde las organizaciones sociales. *Territorios*, 26, 35–62. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5565/rev/redes.445>
- Garavito, L. (2012). Las redes informales inter-organizacionales en la movilización por el agua en la Cuenca de México, 2005-2009. *REDES- Revista hispana para el análisis de redes sociales*, 23, 2005–2009.
- Garrick, D., De Stefano, L., Yu, W., Jorgensen, I., O'Donnell, E., Turley, L., et al. (2019). Rural water for thirsty cities: A systematic review of water reallocation from rural to urban regions. *Environmental Research Letters*, 14(4). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab0db7>
- Gaytan-Herrera, M. L., Martinez-Almeida, V., Oliva-Martinez, M. G., Duran-Diaz, A., & Ramirez-Garcia, P. (2011). Temporal variation of phytoplankton from the tropical reservoir Valle de Bravo, Mexico. *Journal of Environmental Biology*,

- 32(1), 117–126.
- Gluckman, P. (2016). Editorial: the science-policy interface. *Science*, 353(6303), 969. <https://doi.org/10.1126/science.aai8837>
- Gobierno de la Ciudad de México. (2018). *Medición de la pobreza en la Ciudad de México*.
<https://www.evalua.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/5d5/2ec/2c2/5d52ec2c25120396624625.pdf>. Consultado el 4 de julio de 2020
- Gobierno de la Ciudad de México. (2020a). Sistemas de Captación de Agua de Lluvia — Datos CDMX.
<https://datos.cdmx.gob.mx/explore/dataset/scall/analyze/?location=15,19.33905,-98.98713&dataChart=eyJxdWVyaWVzIjpbeyJjb25maWciOnsiZGF0YXNldCI6InNjYWxsliwib3B0aW9ucyl6e319LCJjaGFydHMiOlt7ImFsaWduTW9udGgiOnRydWUsInR5cGUiOiJjb2x1bW4iLCJmdW5ljoIQVZHliwieUF4a>. Consultado el 27 de junio de 2020
- Gobierno de la Ciudad de México. Ley del Derecho al Acceso, Disposición y Saneamiento del Agua de la Ciudad de México (2020). México.
https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/images/leyes/leyes/LEY_DERECHO_ACC_DISP_Y_SANEAMIENTO_DELAGUA_DE_LA_CIUADAD_DE_MEXICO1.pdf. Consultado el 4 de diciembre de 2021
- Gobierno del Distrito Federal. Programa General de Desarrollo del Distrito Federal 2013-2018 (2013). Mexico: Gaceta Oficial del Distrito Federal.
<https://prosoft.economia.gob.mx/organismos/docop/ESTRATEGIAS - CDMX 2016.pdf>. Consultado el 5 de marzo de 2017
- Gómez Cedeño, F. I. (2019). Tetzcotzinco la obra paisajística de Nezahualcoyotl (com. pers.). En UAM (Ed.), *Ciudad, paisaje, historia. Genealogías de la vida cotidiana*. Ciudad de México.
- Guédron, S., Duwig, C., Prado, B. L., Point, D., Flores, M. G., & Siebe, C. (2014). (Methyl)mercury, arsenic, and lead contamination of the world's largest wastewater irrigation system: The Mezquital valley (Hidalgo State-Mexico). *Water, Air, and Soil Pollution*, 225(8), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s11270-014-2045-3>
- Gupta, J., & Dellapenna, J. W. (2009). The evolution of global water law. En J. W. Dellapenna & J. Gupta (Eds.), *The evolution of the law and politics of water* (pp. 3–19). Springer Science + Business Media B.V.
- Gupta, J., Pahl-Wostl, C., & Zondervan, R. (2013). “Glocal” water governance: a multi-level challenge in the anthropocene. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 5, 573–580. <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2013.09.003>
- Gutiérrez, R. A. (2010). When experts do politics: Introducing water policy reform in Brazil. *Governance*, 23(1), 59–88. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0491.2009.01467.x>
- Haas, P. M. (1992). Introduction: Epistemic Communities and International Policy Coordination. *International Organization*, 46(1), 1–35.
<http://www.jstor.org/stable/2706951>. Consultado el 13 de septiembre de 2017
- Heringa, P. W., Hessels, L. K., & Van Der Zouwen, M. (2016). The dynamics of the European water research network: a diversifying community with a stable core. *Water Policy*, 18(2), 493–512. <https://doi.org/10.2166/wp.2015.185>

- Hinkel, J. (2011). "Indicators of vulnerability and adaptive capacity": Towards a clarification of the science-policy interface. *Global Environmental Change*, 21(1), 198–208. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.08.002>
- Hoekstra, A. Y., Buurman, J., & Van Ginkel, K. C. H. (2018). Urban water security: A review. *Environmental Research Letters*. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaba52>
- IANAS/UNESCO. (2015). *Urban water challenges in the Americas: a perspective from the Academies of Sciences*. Ciudad de México: IANAS. <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002452/245202s.pdf>. Consultado el 11 de mayo de 2017
- Imaz Gispert, M., Armienta Hernandez, M. A., Lomnitz Climent, E., & Torregrosa Flores, M. F. (2018). Rainwater harvesting as a drinking water option for Mexico City. *Sustainability*, 10(11). <https://doi.org/10.3390/su10113890>
- IMTA. (2015). *Informe Anual IMTA 2014*. <https://www.imta.gob.mx/images/pdf/informes-anuales/informe2014/5.1-Informe-de-resultados-IMTA-2014.pdf>. Consultado el 4 de diciembre de 2021
- IMTA. (2016). *Informe Anual IMTA 2015*. <https://www.imta.gob.mx/images/pdf/informes-anuales/informe2015/Informe-de-resultados-IMTA-2015.pdf>
- IMTA. (2017). *Informe Anual IMTA 2016*.
- IMTA. (2018). *Informe anual IMTA 2017*.
- IMTA. (2020). Instituto Mexicano de Tecnología del Agua: resultados seleccionados. SEMARNAT. http://dgeiawf.semarnat.gob.mx:8080/ibi_apps/WFServlet?IBIF_ex=D3_R_AGUA08_03&IBIC_user=dgeia_mce&IBIC_pass=dgeia_mce. Consultado el 9 de diciembre de 2020
- INEGI. (2015a). México en Cifras. <https://www.inegi.org.mx/app/areasgeograficas/?ag=09>. Consultado el 30 de julio de 2019
- INEGI. (2015b). Dinámica de población. Distrito Federal. <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/poblacion/dinamica.a.spx?tema=me>. Consultado el 24 de mayo de 2020
- Infonavit. (2020). Hipoteca verde. https://portalmx.infonavit.org.mx/wps/portal/infonavit.web/proveedores-externos/para-tu-gestion/desarrolladores/hipoteca-verde/!ut/p/z1/pZJbC4JAEIV_ja_OqLIYb2uYF6QLKNm-hMW2GuqGWf79xJ6CUqF5m-E7M4fDAIMEWJU-c5E2uazSousPjByJigtZ9raDVDH3caOtrFuBzPPhP0AYBBCgP2. Consultado el 10 de julio de 2020
- Isla Urbana. (2017). Isla Urbana. <http://islaurbana.org>
- Jenkins, W. I. (1978). *Policy analysis: a political and organisational perspective*. London: London: M. Robertson.
- Jimenez-Cisneros, B. E., & Chávez, A. (2004). Quality assessment of an aquifer recharged with wastewater for its potential use as drinking source: "El Mezquital Valley" case. *Water Science and Technology*, 50(2), 269–276. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15344801/>
- Jimenez-Cisneros, B. E., Durán Álvarez, J. C., & Mendez Contreras, J. M. (2010). Calidad. En B. Jiménez-Cisneros, M. L. Torregosa-Armienta, & L. Aboites-Aguilar (Eds.), *El agua en México: cauces y encauces* (pp. 265–290). Ciudad

- de México: Academia Mexicana de Ciencias.
- Jiménez-Cisneros, B. E., & Galizia-Tundisi, J. (Eds.). (2013). *Diagnosis of water in the Americas*. Ciudad de México: Interamerican Network of Academies of Sciences. <http://www.coniunctus.amc.edu.mx/libros/libroaguaingles.pdf>. Consultado el 11 de mayo de 2017
- Jiménez-Cisneros, B. E., & Marín, L. (Eds.). (2005). *El agua en México vista desde la academia* (1a ed.). Mexico City: Academia Mexicana de Ciencias. http://www.coniunctus.amc.edu.mx/libros/amc_agua.pdf. Consultado el 28 de septiembre de 2017
- Kalach, A. (1998). Vuelta a la ciudad lacustre. En *La ciudad y sus lagos* (pp. 43–59). Ciudad de México: Instituto de Cultura de la Ciudad de México.
- Kolle, S. R., Shankarappa, T. H., Arun, M., & Reddy, T. B. M. (2017). Characteristics and trends in global lead removal research: a Science Citation Index Expanded-based analysis. *Desalination and Water Treatment*, 80, 164–173. <https://doi.org/10.5004/dwt.2017.20968>
- Lesser-Carrillo, L. E., Lesser-Illades, J. M., Arellano-Islas, S., & González-Posadas, D. (2011). Balance hídrico y calidad del agua subterránea en el acuífero del valle del Mezquital, México Central. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*, 28(3), 323–336. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1026-87742011000300001&lng=es&nrm=iso&tlng=en. Consultado el 2 de julio de 2020
- Ley de Aguas Nacionales (2020). México. http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/16_060120.pdf. Consultado el 4 de enero de 2021
- Li, W., Dong, H., Yu, H., Wang, D., & Yu, H. (2018). Global characteristics and trends of research on ceramic membranes from 1998 to 2016: Based on bibliometric analysis combined with information visualization analysis. *Ceramics International*, 44(6), 6926–6934. <https://doi.org/10.1016/j.ceramint.2018.01.121>
- Licea, D. M. (2015). *Alternativas Viables para la Provisión De Servicios Básicos En Áreas Periurbanas: Lecciones desde Xochimilco, Ciudad de México*.
- Lopez-Olmedo, R., Marmolejo-Leyva, R., Perez-Angon, M. A., Villa-Vazquez, L. L., & Zayago-Lau, E. (2017). The role of public policies in the decentralization process of Mexican science and the formation of new researchers in institutions outside the Mexico City area. *Scientometrics*, 112(3), 1343–1366. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2423-x>
- Lopez Guerrero, F. M. (2016). Desigualdades territoriales en la dotación, cobertura y acceso al agua en la CDMX. En G. A. Aguilar (Ed.), *La Ciudad de México en el Siglo XXI: realidades y retos* (pp. 187–196). Ciudad de México: M A Porrua. http://ladupo.igg.unam.mx/portal/Publicaciones/Capitulos_Libros/DesigTerritoriales_DotAguaDrenaje_CMx_capitulo.pdf
- Makarigakis, A., & Jimenez-Cisneros, B. (2019). UNESCO's Contribution to Face Global Water Challenges. *Water*, 11(2), 388. <https://doi.org/10.3390/w11020388>
- Maldonado-Maldonado, A. (2005). Comunidades epistémicas: una propuesta para estudiar el papel de los expertos en la definición de políticas en educación superior en México. *Revista de la Educación Superior*, 134(134), 107–122.

- <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=60411920008>. Consultado el 13 de septiembre de 2017
- Martínez Rivera, S. E., & Trápaga Delfín, Y. (Eds.). (2012). *Construyendo ciudades sustentables: experiencias de Pekín y la Ciudad de México* (1a ed.). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
<http://dusselpeters.com/CECHIMEX/LibroCiudadesSustentables.pdf>
- May, J. V., & Wildavsky, A. B. (1977). *The policy cycle*. Beverly Hills: SAGE.
- Mazari-Hiriart, M., Lopez-Vidal, Y., Ponce-de-Leon, S., Calva, J. J., Rojo-Callejas, F., & Castillo-Rojas, G. (2005). Longitudinal study of microbial diversity and seasonality in the Mexico City metropolitan area water supply system. *Applied and Environmental Microbiology*, 71(9), 5129–5137.
<https://doi.org/10.1128/AEM.71.9.5129-5137.2005>
- Mazari-Hiriart, Marisa, Perez-Ortiz, G., Orta-Ledesma, M. T., Armas-Vargas, F., Tapia, M. A., Solano-Ortiz, R., et al. (2014). Final opportunity to rehabilitate an urban river as a water source for Mexico City. *PLOS ONE*, 9(7).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102081>
- Miranda, L., Hordijk, M., & Torres Molina, R. K. (2011). *Water governance key approaches: an analytical framework literature review*.
<http://www.chance2sustain.eu/10.0.html>. Consultado el 19 de noviembre de 2020
- Monsivais Montoliu, B. (2014). *Programa de rescate integral del Rio Magdalena en México D.F.* Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado a partir de <https://agua.org.mx/wp-content/uploads/2019/12/41794265.pdf>
- Morales-Novelo, J. A., Rodríguez-Tapia, L., & Revollo-Fernandez, D. A. (2018). Inequality in access to drinking water and subsidies between low and high income households in Mexico City. *Water*, 10(8).
<https://doi.org/10.3390/w10081023>
- Murillo-Licea, D., & Soares-Moraes, D. (2013). El péndulo de la gobernabilidad y la gobernanza del agua en México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 4(3).
- Mussetta, P. (2009). Participación y gobernanza. El modelo de gobierno del agua en México. *Espacios Públicos*, 12(25), 66–84.
<http://www.redalyc.org/html/676/67611350005/>. Consultado el 26 de junio de 2017
- Nandini, S., Merino-Ibarra, M., & Sarma, S. S. S. (2008). Seasonal changes in the zooplankton abundances of the reservoir Valle de Bravo (State of Mexico, Mexico). *Lake and Reservoir Management*, 24(4), 321–330.
<https://doi.org/10.1080/07438140809354842>
- Nishy, P., & Saroja, R. (2018). A scientometric examination of the water quality research in India. *Environmental Monitoring and Assessment*, 190.
<https://doi.org/10.1007/s10661-018-6601-y>
- OCDE. (2009). *Water governance in OECD countries: a multi-level approach*.
<https://doi.org/10.1787/22245081>
- OCDE. (2012). *Meeting the Water Reform Challenge. Executive summary*.
<http://www.oecd.org/environment/resources/49839058.pdf>. Consultado el 28 de febrero de 2017
- OCDE. (2013). *Hacer posible la reforma de la gestión del agua en México*. OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264188075-es>. Consultado el 5 de junio de 2017

- OCDE. (2015). *Stakeholder engagement for inclusive water governance*. http://www.riob.org/IMG/pdf/Stakeholder_Engagement_for_Inclusive_Water_Governance_clean_24dec2014.pdf. Consultado el 3 de julio de 2017
- OECD. (2020). OECD Water Governance Programme. <https://www.oecd.org/env/watergovernanceprogramme.htm>. Consultado el 20 de diciembre de 2020
- Olivares, R. (2014). Los consejos de cuenca en la gestión del agua. En *VI Encuentro Universitario del Agua UNAM*. Ciudad de México. http://www.agua.unam.mx/vi-encuentro/assets/pdf/ponencias/olivares_roberto.pdf
- Onestini, M. (2011). Water quality and health in poor urban areas of Latin America. *International Journal of Water Resources Development*, 27(1), 219–226. <https://doi.org/10.1080/07900627.2010.537244>
- ONU. (2012). *Status report on the application of integrated approaches to water resources management*. UNEP. www.unwater.org/documents.htm. Consultado el 28 de febrero de 2017
- ONU. (2020). Sustainable cities and communities. *Sustainable development goals*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/cities/>. Consultado el 14 de enero de 2020
- Ortega Font, N. M. (2009). La crisis hídrica de la ciudad de México: dimensiones y alternativas. *Casa del Tiempo*, 16–21. http://www.uam.mx/difusion/casadeltiempo/29_iv_mar_2010/casa_del_tiempo_eIV_num29_16_21a.pdf. Consultado el 28 de septiembre de 2017
- Pacheco-Vega, R., & Vega, O. (2008). Los debates sobre la gobernanza del agua: hacia una agenda de investigación en México. En D. Soares, S. Vargas, & M. R. Nuño (Eds.), *La gestión de los recursos hídricos. Realidades y perspectivas. Tomo I* (1a ed.). México: Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. <https://www.researchgate.net/publication/259384159>
- Páramo, A. (2020, marzo 1). Van por rescate definitivo del Río Magdalena con nueva estrategia. *Excelsior*. Ciudad de México. <https://www.excelsior.com.mx/comunidad/van-por-rescate-definitivo-del-rio-magdalena-con-nueva-estrategia/1367105>. Consultado el 29 de marzo de 2020
- Peña Ramírez, J. (2012). *Crisis del agua en Monterrey, Guadalajara, San Luis Potosí, León y la CDMX (1950-2010)* (1a ed.). Ciudad de México: UNAM. <http://www.libros.unam.mx/digital/V4/6.pdf>. Consultado el 28 de septiembre de 2017
- Perló, M. (2019). Abastecimiento de agua en la Zona Metropolitana del Valle de México. En *Seminario Abasto, Superación de Inundaciones y Reciclamiento del Agua en la CDMX y Valle de México*. Ciudad de México. http://comisiones.senado.gob.mx/cienciaytecnologia/docs/eventos/310119_11.pdf
- Pineda Pablos, N. (2002). La política urbana de agua potable en México : del centralismo y los subsidios a la municipalización , la autosuficiencia y la privatización. *Region y Sociedad*, 14, 41–70. <http://www.scielo.org.mx/pdf/regsoc/v14n24/v14n24a2.pdf>. Consultado el 4 de marzo de 2017
- Pouris, A. (2018). Water research and collaboration in the Southern African

- development community. *Water SA*, 44(3), 358–364.
<https://doi.org/10.4314/wsa.v44i3.03>
- Prado, B., Duwig, C., Etchevers, J., Gaudet, J. P., & Vauclin, M. (2011). Nitrate fate in a Mexican Andosol: Is it affected by preferential flow? *Agricultural Water Management*, 98(9), 1441–1450.
<https://doi.org/10.1016/j.agwat.2011.04.013>
- Rainer-Olaf, S., Nohlen, D., & Grotz, F. (2006). *Diccionario de Ciencia Política. Teorías, métodos, conceptos, 2 tomos*. Méico: Porrúa/El colegio de Veracruz.
- Ramírez, A., & Lugo, C. (cords). (2019). *Evaluación de la gobernanza del agua en la Zona Metropolitana de Monterrey*.
https://www.fondosdeagua.org/content/dam/tnc/nature/en/documents/latin-america/gobenanza.pdf%0Ahttps://www.fondosdeagua.org/es/los-fondos-de-agua/metodologia-y-herramientas/red-de-fondos-de-america-latina/?tab_q=tab_container-tab_element_550
- Red del Agua UNAM, & SACMEX. (2013). Foro la Crisis del Agua en la Ciudad de México: retos y soluciones. Ciudad de México.
www.agua.unam.mx/sacmex/documentos.html. Consultado el 7 de diciembre de 2020
- Red Euwater. (2005). Declaración europea por una nueva cultura del agua. *Cuadernos del CENDES*, 22(59), 161–163.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=40305911>. Consultado el 22 de marzo de 2020
- Richter, B. D., Abell, D., Bacha, E., Brauman, K., Calos, S., Cohn, A., et al. (2013). Tapped out: How can cities secure their water future? *Water Policy*, 15(3), 335–363. <https://doi.org/10.2166/wp.2013.105>
- Rojas Orozco, C. (2003). *El desarrollo sustentable: nuevo paradigma para la administración pública*. Ciudad de México: INAP.
<http://www.inap.mx/portal/images/pdf/book/14936.pdf>. Consultado el 28 de septiembre de 2017
- Rolland, L., & Vega-Cárdenas, Y. (2010). La gestión del agua en México. *Polis: Investigación y Análisis Sociopolítico y Psicosocial*, 6(2), 155–188.
<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/src/inicio/ArtPdfRed.jsp?iCve=72618890006#>
- Rosas Robles, A. (1998). La ciudad en el islote. *La ciudad y sus lagos*, 13–41.
- Rubenstein, N., Wallis, P. J., Ison, R. L., & Godden, L. (2016). Critical reflections on building a community of conversation about water governance in Australia. *Water Alternatives*, 9(1), 81–98. <http://www.water-alternatives.org/index.php/alldoc/articles/vol9/v9issue1/305-a9-1-4/file>. Consultado el 13 de octubre de 2017
- Ruiz Ortega, R. (2015). Convergencia de política hacia la gestión integral de recursos hídricos en México. *Revista Mexicana de Análisis Político y Administración Pública*, IV(2), 67–88.
- SACMEX. Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos 2004-2009. , Gaceta Oficial del Distrito Federal 1–99 (2005). México.
http://www.paot.org.mx/centro/gaceta/2005/mayo05/27mayo05_bis.pdf?b=po. Consultado el 30 de junio de 2017
- SACMEX. (2012a). *El gran reto del agua en la Ciudad de México*.
<http://laopiniondelaciudad.mx/wp->

- content/uploads/2016/02/EIGranRetodelAgua_enla_CiudadMexico.pdf.
Consultado el 28 de septiembre de 2017
- SACMEX. Programa de Gestión Integral de los Recursos Hídricos, visión 20 años (2012). México: Gaceta Oficial de la Ciudad de México.
http://www.agua.unam.mx/sacmex/assets/docs/PGIRH_Final.pdf. Consultado el 30 de junio de 2017
- SACMEX. Programa de Sustentabilidad y Gestión de los Recursos Hídricos 2013-2018 CDMX. , Pub. L. No. 181 (2016). México: Gaceta Oficial de la Ciudad de México.
- SACMEX. Programa de Sustentabilidad y Gestión de los Servicios Hídricos (PSGSH) 2013-2018 (2016). México: Gaceta Oficial de la Ciudad de México.
- SACMEX. (2019). Sistema de Aguas de la Ciudad de México. *Cumbre de Fondos de Agua*. <https://data.sacmex.cdmx.gob.mx/aplicaciones/transparencia-admin/doc/dj/art121/I/2018/1y2T/83sacmex2016.pdf>
- SACMEX. (2020). Empresas Concesionarias.
<https://data.sacmex.cdmx.gob.mx/empresas-concesionarias>. Consultado el 6 de diciembre de 2020
- Sánchez, A. T., & Perevochtchikova, M. (2012). La gestión del agua y el desarrollo de indicadores ambientales en México y Canadá: un análisis comparativo. *Journal of Latin American Geography*, 11(2), 145–165.
<https://doi.org/10.1353/lag.2012.0032>
- Sánchez Rodríguez, R. (2012). La búsqueda de un desarrollo sustentable en la Ciudad de México: el caso del agua. En S. E. Martínez Rivera & Y. Trápaga Delfín (Eds.), *Construyendo ciudades sustentables: experiencias de Pekín y la Ciudad de México* (pp. 117–132). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
<http://dusselpeters.com/CECHIMEX/LibroCiudadesSustentables.pdf>
- Sanchis-Ibor, C., Palau-Salvador, G., & Mangue Alférez, I. (2014). Transferencia de tecnología en regadíos tradicionales y competencia por el agua. México. *Irrigation, Society, Landscape*. <https://doi.org/10.4995/ISL2014.2014.68>
- Sapru, R. K. (Radha K. (2011). *Public policy : art and craft of policy analysis* (2a ed.). New Delhi: PHI Learning.
- Secretaría de Salud. (2020). Listado de Normas Oficiales Mexicanas.
<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nomssa.html>. Consultado el 3 de diciembre de 2020
- Secretaría del Medio Ambiente de la CDMX. (2020). Normas Ambientales del Distrito Federal.
http://data.sedema.cdmx.gob.mx/padla/index.php?option=com_content&view=category&id=53&Itemid=87. Consultado el 3 de diciembre de 2020
- SEMARNAT. (2002). Programa Nacional Hidráulico 2001-2006.
<http://legismex.mty.itesm.mx/progs/p-hidra-02.pdf>. Consultado el 16 de diciembre de 2020
- SEMARNAT. (2008). *Programa Nacional Hídrico 2007-2012*.
www.conagua.gob.mx. Consultado el 14 de diciembre de 2020
- SEMARNAT. (2014). *Programa Nacional Hídrico 2014 - 2018*.
- SEMARNAT. (2017). *Logros 2016 Programa Nacional Hidrico 2014-2018*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/197058/Logros_2016_PE_Nacional_H_drico_060316_web2.pdf. Consultado el 13 de diciembre de 2020

- SEMARNAT. (2018). *Avances y Resultados 2017 Programa Nacional Hídrico 2014-2018*.
https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/309267/16pe_h_drlicoAyR2017.pdf. Consultado el 12 de diciembre de 2020
- Serrano, I. (2010). Grado de marginación urbana CDMX. *LabCDMX*.
<https://labcd.mx/mapas/grado-de-marginacion-urbana-cdmx/>. Consultado el 4 de julio de 2020
- Sokolovska, N., Fecher, B., & Wagner, G. G. (2019). Communication on the science-policy interface: An overview of conceptual models. *Publications*, 7(4), 1–15. <https://doi.org/10.3390/publications7040064>
- Solanes, M., & Gonzalez-Villarreal, F. (1996). *Los Principios de Dublín Reflejados en una Evaluación Comparativa de Ordenamientos Institucionales y Legales para una Gestión Integrada del Agua. Asociación Mundial del Agua (GWP)*.
<http://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/4/23444/GWP00296.pdf>. Consultado el 30 de junio de 2017
- Sosa-Rodriguez, F. S. (2010). Impacts of water-management decisions on the survival of a city: from ancient Tenochtitlan to modern Mexico City. *International Journal of Water Resources Development*, 26(4), 675–687.
<https://doi.org/10.1080/07900627.2010.519503>
- SPIRAL. (2013). A myth-busting guide to science-policy interfaces (SPIs). *Seventh Framework Programme EU*. www.spiral-project.eu. Consultado el 23 de julio de 2019
- Taing, L., Chang, C. C., Pan, S., & Armitage, N. P. (2019). Towards a water secure future: reflections on Cape Town's Day Zero crisis. *Urban Water Journal*, 16(7), 530–536. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2019.1669190>
- Tapia-Pacheco, D., & Villa-Vázquez, L. L. (2018). *Participación del sector privado en la investigación en materia de agua en México. 56° Congreso Internacional de Americanistas*. Salamanca. <http://ica2018.es/mysite/wp-content/uploads/2018/07/PROGRAMA-FINAL.pdf>
- Tapia-Pacheco, D., Villa-Vázquez, L. L., & Pérez-Angón, M. Á. (2020). Research networks on the access of drinking water in Mexico City (2004–2018). *Scientometrics*. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03569-4>
- Torres Bernardino, L. (2012). *La gestión del agua potable en el Distrito Federal*. Inst. Nacional de Administración Pública.
<https://biblio.juridicas.unam.mx/bjv/detalle-libro/3362-la-gestion-del-agua-potable-en-el-distrito-federal>. Consultado el 27 de septiembre de 2017
- Torres Bernardino, L. (2017). *La gestión del agua potable en la Ciudad de México. Los retos hídricos de la CDMX: Gobernanza y Sustentabilidad*. (M. de J. Alejandro Quiroz, M. García Guzmán, F. Moyado Estrada, R. Padilla Domínguez, & H. Zamitiz Gamboa, Eds.). Mexico City: Instituto Nacional de Administración Pública A.C. www.inap.org.mx. Consultado el 9 de junio de 2018
- Torres, L. (2014). *Sistema Lerma: Una visión política en la gestión pública del agua, ¿Solución Estatal o Federal? Instituto de Administración Pública del Estado de México, A.C.* <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Tribunal Electoral del Poder Judicial de la Federación. *Contitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (2017)*. México:
http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/1_050217.pdf.

- [https://doi.org/ISBN 968-805-77-0](https://doi.org/ISBN%20968-805-77-0)
- UNESCO. (2019). Informe mundial de las Naciones Unidas sobre el desarrollo de los recursos hídricos 2019: no dejar a nadie atrás, cifras y datos. (E. Koncagül, M. Tran, R. Connor, & S. Uhlenbrook, Eds.). Perugia. https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000367276_spa. Consultado el 2 de octubre de 2019
- Valdelamar, J. (2017, agosto 3). México, el quinto país que más consume agua. *El Financiero*. Ciudad de México. <https://www.elfinanciero.com.mx/economia/mexico-el-quinto-pais-que-mas-consume-agua>. Consultado el 9 de enero de 2020
- Van Leeuwen, C. J., Koop, S. H. A., & Sjerps, R. M. A. (2016). City Blueprints: baseline assessments of water management and climate change in 45 cities. *Environment, Development and Sustainability*, 18(4), 1113–1128. <https://doi.org/10.1007/s10668-015-9691-5>
- Vazquez, M., Gutierrez, R., Jesus Perez, J., Escobar, A., Rivera, J. G., & Vega, S. (2017). Presence of phthalates in bottled water sold in Mexico City and their migration when stored at different temperatures. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 8(5), 91–103. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2017-05-06>
- Villarruel-Lopez, A., Fernandez-Rendon, E., Mota-de-La-Garza, L., & Ortigoza-Ferado, J. (2005). Presence of Aeromonas spp in water from drinking water and wastewater-treatment plants in Mexico City. *Water Environment Research*, 77(7), 3074–3079. <https://doi.org/10.2175/106143005X73974>
- Voulvoulis, N., Arpon, K. D., & Giakoumis, T. (2017). The EU Water Framework Directive: From great expectations to problems with implementation. *Science of the Total Environment*, 575, 358–366. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.09.228>
- Wen, B., Van Der Zouwen, M., Horlings, E., Van Der Meulen, B., & Van Vierssen, W. (2015). Transitions in urban water management and patterns of international, interdisciplinary and intersectoral collaboration in urban water science. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, 15(June), 123–139. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2014.03.002>
- Werner, J., & Wegrich, K. (2007). Theories of policy cycle. En F. Fischer, G. J. Miller, & M. S. Sidney (Eds.), *Handbook of public policy analysis* (1a ed., pp. 43–62). New York: CRC Press Taylor & Francis Group. <https://doi.org/10.1201/9781420017007.pt2>
- Woodhouse, P., & Muller, M. (2017). Water Governance—An Historical Perspective on Current Debates. *World Development*. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.11.014>
- WWAP. (2019). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2019: No dejar a nadie atrás*. París. <http://www.unwater.org/publications/world-water-development-report-2019/>
- Ziccardi, A. (2008). Pobreza y exclusión social en las ciudades del siglo XXI. En CLACSO (Ed.), *Procesos de urbanización de la pobreza y nuevas formas de exclusión social: Los retos de las políticas sociales de las ciudades latinoamericanas del siglo XXI* (pp. 9–33). Bogotá: CLACSO. <http://bibliotecavirtual.clacso.org.ar/clacso/clacso-crop/20120621115414/02zicca2.pdf>. Consultado el 5 de julio de 2020