

Análisis del uso del agua superficial y subterránea de la Región Hidrológica Administrativa XIII Aguas Del Valle De México

Eje temático: Cambio climático y sus efectos sociales

María Josefa Jiménez Moreno¹, Luis Daniel Magadán-Revelo², María Ornella Ortiz-Rodríguez³ DOI: 10.56643/rcia.v2i2.170

*Autor de correspondencia

Resumen

El agua es un elemento fundamental para la existencia de vida en el planeta y, por ende, para la preservación de la humanidad. El objetivo del presente estudio fue analizar la distribución del uso del agua superficial y subterránea de la Región Hidrológica Administrativa XIII del organismo Cuenca Aguas del Valle de México. El proceso metodológico utilizado tuvo un enfoque cuantitativo y empleó información estadística del Registro Público de Derechos de Agua. Se generaron dos mapas de la distribución de los usos del agua superficial y subterránea, en los que se consideraron los siguientes usos: agrícola, doméstico, electricidad, industrial, pecuario, público urbano, servicios, termoeléctrica, etc. Los resultados indican que 38.45% de las aguas superficiales se destinan al uso agrícola y 36.72% al uso público urbano. En cuanto al agua subterránea, 38.57% es dirigida al uso público urbano, 22.57% al uso agrícola y 16.61% al uso industrial. La categoría diferentes usos concentra 10.09% del agua superficial y 13.01% del agua subterránea, lo que hace necesario determinar su clasificación, ya que representa 23.19% del agua; esto equivale a 3013620526.651 metros cúbicos.

Palabras clave: agua superficial, agua subterránea (Tesaurus); uso público urbano, uso agrícola y uso industrial (palabras claves del autor).

Abstract

Water is a fundamental element for the existence of life on the planet, as well as for the preservation of human life. The objective of this study was to analyze the distribution of surface and groundwater use in the Administrative Hydrological Region XIII of the Aguas del Valle de México Basin organization. The methodological process used was a quantitative approach, with statistical information from the Public Registry of Water Rights, two maps were generated on the distribution of the uses of surface and groundwater with the uses of water: agricultural, domestic, electricity, industrial, livestock, urban public, services, thermoelectric, etc. The results indicated that surface waters represent 38.45% of the water intended for agricultural use and 36.72% for urban public use, as for groundwater, 38.57% is for urban public use, 22.57% for agricultural use and 16.61% for industrial use. In the category of different uses, 10.09% of surface water and 13.01% are concentrated in groundwater, which is why it is necessary to determine its classification since it represents 23.19% of the water, which is equivalent to 3,013,620,526,651 m³.

Keywords: Surface, groundwater (Tesaurus); urban public use, agricultural use and industrial use (author's keywords).

Cómo citar este artículo: Jiménez-Moreno, M. J., Magadán-Revelo, L. D., Ortiz-Rodríguez, M. O. (2024) Análisis del uso del agua superficial y subterránea de la Región Hidrológica Administrativa XIII Aguas Del Valle De México. *Revista Científica de Ingenierías y Arquitectura*. 2(2). 32-51. DOI: <https://doi.org/10.56643/rcia.v2i2.170>

Introducción

El agua es un elemento fundamental y necesario para la existencia de vida en el planeta y, por ende, para la preservación de la humanidad. Constituye un recurso vital no sustituible e irremplazable (López Santiago y Ortiz Lazalde, 2023; Rolland y Vega, 2010). En este sentido, se considera un bien público determinante para el bienestar social, económico y ambiental de las comunidades (Pedrozo Acuña, 2022). El acceso al agua de forma continua y salubre es un derecho reconocido por la Asamblea de la Organización de Naciones Unidas desde el año 2010, en el Objetivo 6 del Desarrollo Sostenible (ONU, 2022), por lo que la disponibilidad del agua, tanto para el consumo humano como productivo, se ha convertido en un tema estratégico para el desarrollo del ser humano (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la

¹Investigadora por México, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahacyt). México. Líneas de investigación: recursos naturales, educación ambiental, paisaje, cambio de uso del suelo y sistemas de información geográfica. orcid: <https://orcid.org/0000-0003-4410-4699>. Correo electrónico: jimory6@gmail.com.

² Doctor en Desarrollo Rural. Posgrado en Estudios para el Desarrollo Rural, Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, México. Líneas de investigación: cooperativismo, socioecosistemas marinos, pesquería artesanal. orcid: <https://orcid.org/0000-0001-6259-4367>. Correo electrónico: magadan.luis@colpos.mx.

³Investigadora por México, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías (Conahacyt). México. Líneas de investigación: demografía de los hogares, mercados urbanos de trabajo, desigualdad, y población joven. orcid: <https://orcid.org/0000-0002-659210-9086>. Correo electrónico: ornella.ortiz.rodriguez@gmail.com. Recibido: 21/11/23 | Aceptado: 09/12/23 | Publicado: 20/12/2023

Soberanía Alimentaria [Cedrassa], 2014).

Del total de agua dulce disponible a nivel mundial, 70% se destina actividades agrícolas, 19% se orienta a la industria y el restante 11% al abastecimiento público. Esta distribución cambia en cada continente o país, lo que responde a las actividades de la población y está condicionado por la proporción de la misma que habita en los ámbitos rural y urbano (FAO, 2023). Sea en pequeñas comunidades o en grandes aglomeraciones de población, los seres humanos utilizan agua para el desarrollo de sus actividades, las cuales, a diferencia de lo que ocurre en otras especies, son más diversas (Sheridan Prieto y Cerutti, 2015). Es decir, además de realizar actividades que les permiten subsistir —como la ganadería y la agricultura—, los seres humanos llevan a cabo otras funciones. El crecimiento urbano-industrial es un factor importante que ha provocado el aumento de los requerimientos de agua en las últimas décadas (Durán y Torres, 2006).

Un porcentaje mayoritario de la población de México —80%— es predominantemente urbano (INEGI, 2022a). En lo que respecta al uso dado al agua, 75% es agropecuario, mientras que 15% se destina al abastecimiento público —que contempla actividades domésticas—, 5.2% a la industria y 4.4% a la generación de energía eléctrica (Conagua, 2022a; 2022b). En este contexto, es relevante analizar el uso del agua en la Región Hidrológica Administrativa (RHA) XIII del organismo Cuenca Aguas del Valle de México, debido a que allí habita uno de cada cinco mexicanos; la población de esta región (23681797 habitantes) representa casi 19% de la población nacional (126014024 habitantes) (Conagua, 2022b; INEGI, 2022b).

Esto convierte a la rha XIII en un punto estratégico a nivel nacional, dada su relevancia ambiental, demográfica, social y económica. Su área de influencia abarca una superficie de 16456.3 kilómetros cuadrados, e incluye las siguientes entidades federativas: Ciudad de México, Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala. Por ende, analizar la distribución del uso del agua superficial y subterránea en esta región es fundamental para la planeación hacia el futuro del incremento de la demanda de agua y el crecimiento de la población, enfocándose principalmente en el acceso al agua para consumo, una de las principales problemáticas sociales, territoriales y ambientales presentes en la rha XIII.

Antecedentes de la problemática en los usos del agua

En los últimos años se han registrado declives importantes en la disponibilidad hídrica a nivel nacional, siendo justamente el centro del país una de las zonas más impactadas. La principal causa que provoca esta situación es la falta de un ordenamiento hídrico-territorial, lo que ha posibilitado el establecimiento de todo tipo de actividades en zonas donde la disponibilidad hídrica es limitada (Breña Naranjo, 2023; Ríos, 2023).

En México, la sobreexplotación y contaminación de los recursos hídricos ha generado conflictos y escasez de agua, afectando de manera significativa a los estados de Baja California Sur, Nuevo León y Ciudad de México. Así, el problema de escasez de agua se ha ido agravando, al grado de que las demandas del recurso surgen a tasas crecientes y, en algunos casos, comienzan a manifestarse de manera violenta (Becerra et al., 2006; Ríos, 2023; Serendipia, 2023).

La disponibilidad anual de agua por habitante en México ha pasado de 10000 metros cúbicos (m³) promedio en 1960 a 4000 m³ en 2000 y 3200 m³ en 2020 (IMCO, 2023a). Respecto a la Cuenca del Valle de México, una de las áreas más pobladas del país, donde se concentran más de 22 millones de habitantes y se genera 22% del Producto Interno Bruto nacional (Peña Díaz, 2019), el uso eficiente, la gestión efectiva y la conservación de los recursos hídricos operan como factores determinantes para el desarrollo social y económico (González Villarreal et al., 2022).

Durante cuatro siglos, las obras de drenaje, evacuación de aguas negras y pluviales, así como las infraestructuras de trasvase de agua para abastecer a la Ciudad de México, modificaron la condición natural cerrada de la cuenca denominada Valle de México y desde mediados del siglo xx también de la Zona Metropolitana del Valle de México (González Reynoso, 2018). Este estudio se enfocó en la RHA XIII, ya que integra la Cuenca de México, el Valle de México y la Zona Metropolitana del Valle de México (Conagua, 2020).

La gestión del agua como bien público presenta una gran complejidad cuando se aborda desde una perspectiva de cuenca y territorio (Alonso, 2019), aspectos importantes en la gestión hídrica. Por ello, para el estudio del uso del agua en la Cuenca y Valle de México, es fundamental considerar la RHA XIII como unidad geográfica y territorial.

Materiales y métodos

Ubicación de la zona de estudio

La Región Hidrológica Administrativa (RHA) XIII Aguas del Valle de México se localiza en la región hidrológica del Pánuco en la Ciudad de México (13.79%) y en los estados de Hidalgo (33.62%), México (49.14) y Tlaxcala (3.45%). Éstos son conformados por 116 municipios (figura 1) (Conagua, 2022b; 2023a). Dicha zona se encuentra integrada por 15 acuíferos: Zona Metropolitana del Valle de México, Chalco-Amecameca, Cuautitlán-Pachuca, Texcoco, Tepeji del Río, Polotitlán, Soltepec, Apan Tecocomulco, Valle del Mezquital, Ajacuba, Chapatongo-Alfajayucan, Ixmiquilpan, Actopan-Santiago de Anaya y Amajac. Según la Conagua (2023b), seis de estos acuíferos (Zona Metropolitana del Valle de México, Chalco-Amecameca, Cuautitlán-Pachuca, Texcoco, Tepeji del Río, Polotitlán) presentan déficit del recurso, registrándose una disponibilidad media anual negativa.

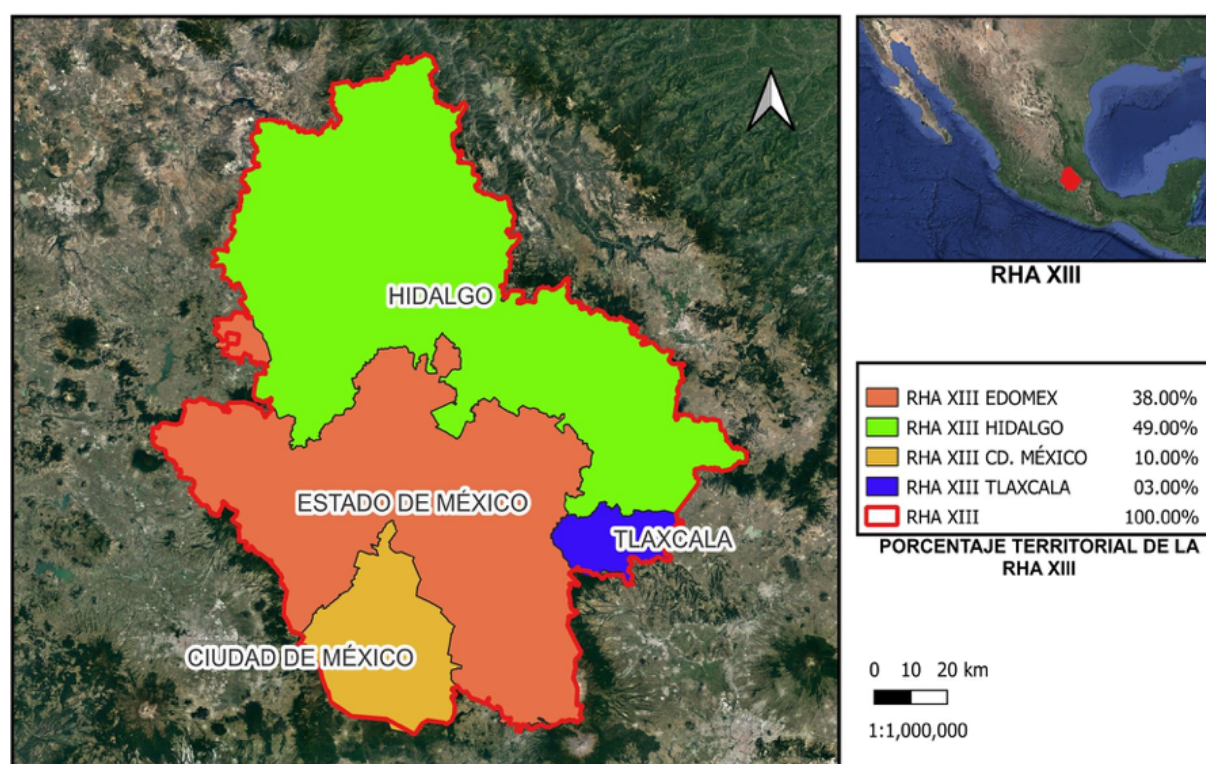


Figura 1
Ubicación de la Región Hidrológica Administrativa XII

Nota: Información tomada de Conagua (2023a) y Conabio (2023).

Proceso metodológico

El proceso metodológico utilizado tiene un enfoque cuantitativo y cualitativo, mediante el análisis de información estadística considerando variables cuantitativas y cualitativas. Para describir el comportamiento de las variables estudiadas se usó la técnica de análisis de contenido, considerando los usos del agua de la RHA XIII, de las variables cuantitativas que describen la clasificación de los usos de agua —agrícola, doméstico, electricidad, industrial, pecuario, público urbano, servicios, termoeléctrica, etcétera—.

Primero se realizó un análisis descriptivo de la población de la RHA XIII Aguas del Valle de México, identificándose la densidad de población de las entidades federativas involucradas en la zona de estudio. Posteriormente se analizó la información del Registro Público de Derechos del Agua (REPDa) del año 2021. Con el *software* QGIS (QGIS Development Team, 2023) se importaron las coordenadas de los usuarios, empleando herramientas de análisis geoespacial. Después, se seleccionaron y clasificaron los usos del agua conforme el REPDa 2021, con el propósito de generar el mapa de distribución de los usos del agua. El REPDa clasifica los usos del agua en: agrícola, doméstico, electricidad, industrial, pecuario, público urbano, servicios, termoeléctrica y diferentes usos (Conagua, 2021).

Resultados

(RCIA) | vol. 2(2)|diciembre 2023

Población total de la RHA XIII

La República Mexicana cuenta con una población total de 126014024 (INEGI, 2022a), mientras que la RHA XIII Aguas del Valle de México tiene una población total de 23578290 habitantes. De éstos, 52.5% se concentran en el Estado de México, 39.1% en la Ciudad de México, 8.1% en Hidalgo y 0.4% en Tlaxcala (tabla 1).

Tabla 1
Población total de la RHA XIII Aguas del Valle de México

Entidad Federativa	Población total	Porcentaje (%)
Ciudad de México	9209944.0	39.0
Estado de México	12384365.0	52.5
Hidalgo	1899110.0	8.1
Tlaxcala	85501.0	0.4
Total	23578920.0	100.0

Nota: Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2022a).

Densidad de la población

Los datos de la población de la RHA XIII y de la superficie que ocupa, 16456.3 kilómetros cuadrados, llevan a inferir que en ella habitan 1433 personas por kilómetro cuadrado. El incremento de la densidad de población y, por ende, la dinámica de expansión urbana, impactan de manera negativa en la demanda de agua (Escolero et al., 2016). Cuanto mayor es el tamaño de la población de la urbe, mayor es la demanda de recursos hídricos. La complejidad que esto supone implica retos para la toma de decisiones que involucran a diferentes sectores de gobierno.

En la tabla 2 se muestran los estados con mayor densidad de población, entre los que se encuentran Ciudad de México, Estado de México, Tlaxcala e Hidalgo, todos pertenecientes a la RHA XIII Aguas del Valle de México (INEGI, 2022b).

Tabla 2
Densidad de la población (habitantes por km²) por estado

Entidad federativa	Densidad de población
Ciudad de México	6163
Estado de México	760
Morelos	404
Tlaxcala	336
Aguascalientes	254
Querétaro	203
Guanajuato	201
Puebla	192
Hidalgo	148
Colima	130
Veracruz de Ignacio de la Llave	112

Nota: Censo de Población y Vivienda 2020 (INEGI, 2022a).

Registro Público de Derechos del Agua (REPDa)

De acuerdo con la base de datos del REPDa (Conagua, 2022a), existen 1615 usuarios de aprovechamiento, explotación o usos de aguas superficiales y 4394 usuarios de aguas subterráneas. De total de usuarios registrados, sólo se localizan espacialmente dentro de la RHA XIII 5211, mientras que 798 lo hacen fuera de la misma. Ello hace que sea necesario corroborar en campo la información por ubicación, pues sus coordenadas son incorrectas y no se localizan en el área de estudio, aunque sí están dadas de alta en la base de datos del REPDa (tabla 3).

Tabla 3
Volumen y usuarios de la Región Hidrológica Administrativa XIII

Clase	Volumen	Usuarios totales	Usuarios dentro del RHAXIII	Usuarios fuera del RHA XIII
Aguas superficiales	753877006.710	1615	1374	240
Aguas subterráneas	2259743519.941	4394	3837	558
Total	3013620526.651	6009	5211	798

*Los usuarios que se encuentran fuera del rha XIII son aquellos que en el mapa no se encuentran territorialmente en la zona de estudio, por lo que se requiere revisar su ubicación.

Nota: Conagua (2022a).

3.1 Usuarios de agua superficial

Respecto a la información analizada sobre aguas superficiales, se consideró a todos los usuarios registrados en la base del repda. Se observaron nueve tipos de usos (cuadro 4): 38% corresponde al uso agrícola, 37% al uso público urbano, 10% al uso pecuario y 10% a la categoría diferentes usos; los demás usos se realizan en menor proporción. En la tabla mencionada se muestra que 1375 usuarios de aguas superficiales se encuentran espacialmente dentro de la rha XIII y 240 usuarios fuera de la rha, aspecto relevante y que es necesario corroborar en campo.

Tabla 4
Usuarios de agua superficial clasificados por tipo de uso según su ubicación espacial

Uso	Dentro de la rha XIII	Fuera de la rha XIII	Usuarios totales por uso
Agrícola	513	108	621
Doméstico	17	2	19
Electricidad	2	0	2
Industrial	14	0	14
Pecuario	152	7	159
Público urbano	494	99	593
Servicios	41	2	43
Termoeléctrica	1	0	1
Diferentes usos	140	22	163
Total	1374	240	1615

*Los usuarios que se encuentran fuera del rha XIII son aquellos que en el mapa no se encuentran territorialmente en la zona de estudio, por lo que requiere revisar su ubicación.

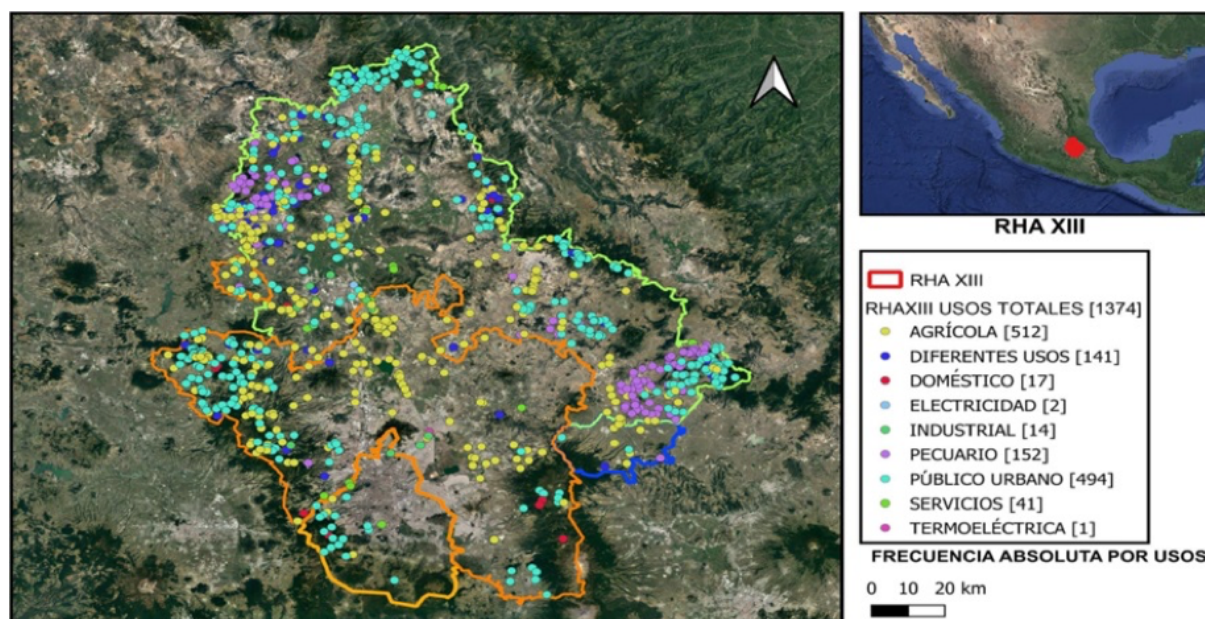
Nota: Conagua (2022a).

De las 1374 concesiones localizadas espacialmente dentro de la rha XIII, dos se dedican a la generación de energía y a una termoeléctrica, 512 se destinan al uso agrícola, 17 son domésticas, 14 industriales, 152 pecuarias y 494 se asignan al uso público urbano. Éstas equivalen a pocos usuarios si se toma en

cuenta la importancia regional, social y económica de la Ciudad de México, el Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala. Ello lleva a presumir que deben existir otros usuarios no registrados, por lo que se requiere contrastar la información existente con los diferentes organismos encargados del abastecimiento de agua en las diferentes entidades.

En la figura 2 se muestran los usuarios totales de aprovechamientos superficiales localizados dentro de la rha XIII. Sobresale el uso público urbano y agrícola. En lo que respecta a la categoría de diferentes usos es necesario ratificar en campo el uso predominante, ya que, cuando se tramita una concesión, se especifica el uso. Esta categoría no aparece en el catálogo de repda del año 2021 y se le asignó la categoría de diferentes usos, pues se carece de información relativa al uso del agua. Se trata de un error de la base de datos del repda que Conagua debe atender, para valorar si esta situación sólo se presenta en la rha XIII o también se verifica a nivel nacional.

Figura 2.
Distribución espacial de los usuarios de aguas superficiales



3.2 Usuarios de agua subterránea

El cuadro 5 da cuenta del total de usuarios de aguas subterráneas (4394). En este caso, 39% se concentra en uso público urbano, 23% en uso agrícola, 17% corresponde al uso industrial y 13% a diferentes usos. Al igual que con las aguas superficiales, el uso predominante dentro de esta última categoría debe identificarse en campo, como también el número de usuarios localizados espacialmente fuera del polígono de la rha XIII. Esto tiene la finalidad de determinar la ubicación y el uso del agua, pues como se mencionó anteriormente, al tramitar una concesión siempre se registra el uso que se dará al agua. La ausencia de este dato muestra un error sobresaliente en la base de datos de repda y, por tanto, también de la Conagua.

Tabla 5

Usuarios de agua subterránea clasificados por tipo de uso según su ubicación espacial

Uso	Dentro de la rha XIII	Fuera de la rha XIII	Usuarios totales por uso
Agrícola	923	69	992
Doméstico	77	4	81
Electricidad	2	0	2
Industrial	715	15	730

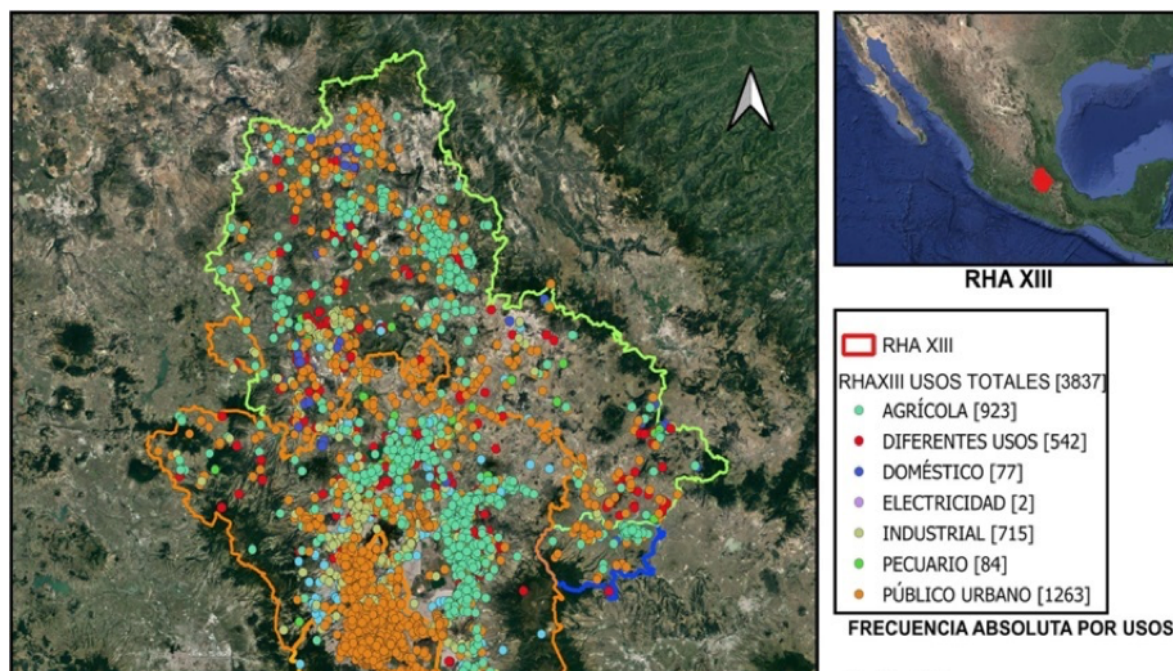
Pecuario	84	3	87
Público urbano	1263	432	1695
Servicios	231	5	236
Diferentes usos	542	29	572
Total	3837	557	4394

*Los usuarios que se encuentran fuera del rha XIII son aquellos que en el mapa no se encuentran territorialmente en la zona de estudio, por lo que requiere examinar su ubicación.

Nota: Conagua (2022a).

En la figura 3 se muestra la distribución de los usuarios de aguas subterráneas. De las 3837 concesiones localizadas espacialmente dentro de la rha XIII, dos son para generación de electricidad, mientras que 923 son de uso agrícola, 77 domésticas, 715 industriales, 84 pecuarias, 1263 públicas urbanas y 231 de servicios. Éstas equivalen a pocos usuarios si se considera la importancia social y económica de la Ciudad de México, el Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala. Se estima que deben existir otros usuarios no registrados, por lo que se requiere contrastar la información existente con los diferentes organismos encargados del abastecimiento de agua en las diferentes entidades.

Figura 3
Distribución espacial de los usuarios de aguas subterráneas



Nota: Conagua (2023a) y Conabio (2023).

Discusión

La demanda de agua a nivel mundial ha aumentado debido a la alta tasa de crecimiento demográfico. La misma tendencia se registra para la región Centro de México y la rha XIII. El deterioro y explotación de los cuerpos de agua, aunado al incremento de la población y de las sequías, provocará que para 2030 descienda la disponibilidad del agua en México (imco, 2023a), lo que coloca al país frente a desafíos relacionados con su gestión y el acceso a la misma (imco, 2023b). Con base en el sexto objetivo del Desarrollo Sostenible se pretende garantizar la disponibilidad del agua y su gestión sostenible, así como el saneamiento para todos (onu, 2022).

Una de cada tres personas en el mundo carece de acceso a agua potable salubre, dos de cada cinco no disponen de una instalación básica destinada al lavado de manos con agua y jabón (onu, 2022). Si bien el acceso al agua potable se ha incrementado sustancialmente, en las áreas rurales de la rha XIII aún carecen de dicho servicio. El suministro del agua es un problema cotidiano al que se enfrentan

las personas, aun cuando se trata de un recurso vital necesario para realizar cualquier actividad (Hernández y otros, 2022).

Los objetivos de ods establecen como prioridad el derecho a un suministro adecuado de agua para diferentes usos, especialmente el humano (imco, 2023b). Del mismo modo, Conagua (Conagua, 2023a) ha establecido como prioridad el uso público sobre todos los otros usos. A pesar de que la eficiencia en el uso del agua ha aumentado en 9%, los problemas de estrés hídrico y la escasez de agua siguen siendo un motivo de preocupación en muchas partes del mundo (onu, 2022), también en la rha XIII. Éste es el motivo que hace tan relevante mostrar la distribución de los diferentes usos en esta zona, debido a su relevancia social, ambiental y económica. El análisis de los resultados da cuenta de que los usos del agua mostrados en los mapas de aguas superficiales y subterráneas son incongruentes con la población de la zona.

Otro aspecto importante a considerar en la regulación de los usos del agua para la gestión hídrica en México tiene que ver con las leyes que la rigen. Entre éstas, la principal es la Ley de Aguas Nacionales (lan), la cual establece el aprovechamiento, disponibilidad, calidad, uso del agua, concesiones, pago de derechos, tarifas, construcción de infraestructura, jurisdicciones, aguas residuales (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2023a). El hecho de que en la categoría *diferentes usos* no se cuenten con información del uso primordial causa estragos, tomando en cuenta que, al tramitar una concesión, se establece qué tipo de uso se dará el agua. Otra ley importante es la Ley General de Equilibrio Ecológico y Protección al Ambiente (lgepa), que regula el aprovechamiento sostenible, la preservación y, en ciertos casos, la restauración del suelo, el agua y demás recursos naturales del país (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2012).

Recientemente han adquirido importancia leyes relacionadas con la gestión hídrica, a saber: Ley General de Cambio Climático, Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, Ley Agraria y Ley Minera, principalmente. Dichas leyes no sólo establecen lineamientos, sino que también permiten que los usos de agua sean asequibles para el ser humano, estén disponibles en calidad y cantidad, tanto para los seres vivos como para los recursos naturales, y que el agua pueda ser sustentable para generaciones futuras.

Conclusiones

Con base en lo mencionado anteriormente, se concluye que los registros de usuarios de la base de datos del repda, que permiten conocer la dis-

tribución de los usos de agua en la rha XIII Aguas del Valle de México, muestran que su cantidad es limitada de acuerdo con lo esperado conforme la importancia social y económica de las entidades que alberga (CDMX, Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala). Ello vuelve necesario realizar una revisión de los sistemas de registro de información a cargo de los organismos responsables del abastecimiento de agua en estas entidades federativas, que permita identificar los problemas de levantamiento de información. Esto permitirá, a su vez, evaluar e identificar a aquellos usuarios de los que aún faltan registrar el uso que dan al agua. Así también, se recomienda corregir la ausencia de información en la categoría diferentes usos, ya que en cada registro del repda siempre se adjudica un uso al agua. Finalmente, es necesario identificar la ubicación espacial de los usuarios no localizados espacialmente en la rha XIII para corroborar el uso que dan al agua.

Referencias

- Alonzo, G. R. (2019). La interdisciplinariedad en la gestión integrada del recurso hídrico. En Sánchez, M. L., Vélazquez, C. E., y Victorino, R. L., *Sostenibilidad y presente. Desafíos y aciertos en la construcción del futuro* (pp. 144-162). Universidad Autónoma Chapin-go.
- Becerra, P., Sáinz, S., y Muñoz, P. C. (2006). Los conflictos por agua en México. Diagnóstico y análisis. *Gestión y Política Pública*, XV(1), 111-143.
- Breña Naranjo, A. (2023). Hacia una clasificación del impacto hídrico de las actividades humanas en el territorio. *Perspectivas IMTA* (1), 1-2. <https://doi.org/doi.org/10.24850/b-imta-persp>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2012, abril 6). https://www.senado.gob.mx/comisiones/ desarrollo_social/marco/Ley_GEEPA.pdf
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2023a, mayo 8). *Ley de Aguas Nacionales*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAN.pdf>
- Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (Cedrasa) (2014). *EL agua, uso racional y eficiente*. Cámara de Diputados LXV Legislatura/cedrssa.
- Conabio (2023). *Geoportal del Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad (snib)*. <http://conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- Conagua (2020). *Actualización de la disponibilidad media anual de agua en el acuífero Zona Metropolitana de la CD de México (0901)*. Comisión Nacional del Agua.
- Conagua (2021). *Programa Hídrico Regional 2021-2024. Región Hidrológico-Administrativa XIII Aguas del Valle de México*. Semarnat.
- Conagua (2022a, mayo 31). *Base de datos del repda del año 2021*. Comisión Nacional del Agua: <https://app.conagua.gob.mx/consultarepda.aspx>
- Conagua (2022b). *Numeralia 2022*. Comisión Nacional del Agua.
- Conagua (2023a). *Comisión Nacional del Agua*. sina: <https://sinav30.conagua.gob.mx:8080/SINA/?opcion=base>
- Conagua (2023b). *Comisión Nacional del Agua*. Subdirección General Técnica Gerencia de Aguas Subterráneas: <https://sigaims.conagua.gob.mx/dma/acuiferos.html>
- Durán, J., y Torres, R. (2006). Los problemas del abastecimiento de agua potable en una ciudad media. *Espiral*, XII(36), 129-162.
- Escolero, O., Kralisch, S., Martínez, S., y Perevochtchikova, M. (2016). Diagnóstico y análisis de los factores que influyen en la vulnerabilidad de las Notas de abastecimiento de agua potable a la Ciudad de México, México. *Boletín de la Sociedad Geológica Mexicana*, 68(3), 409-427.
- fao (2023, julio 25). *aquastat - fao's Global Information System on Water and Agriculture*. <https://www.fao.org/aquastat/en/overview/methodology/water-use/>
- González Reynoso, A. E. (2018). La escala regional de los problemas de abastecimiento de agua y drenaje de la Ciudad de México. Conformación y desafíos de la región hidropolitana. En Perló Cohen M., y Castro-Reguera, L. M., *La crisis del agua y la metrópoli* (pp. 79-109). Siglo XXI.
- González Villareal, F. J., Vázquez Herrera, E., Aguilar Amilpa, E., y Arriaga Medina, J. A. (2022). *Perspectivas del agua en México, propuesta hacia la seguridad hídrica*. unam/Red del Agua-unam/cershi/unesco/Agua Capital.
- Guerrero, T., Rives, C., Rodríguez, A., Saldivar, Y., y Cervantes, V. (2009). El agua en la ciudad de México. *Ciencias* (24), 16-23.
- Hernández, C. E., Martínez, R. M., y Rodríguez, D. J. (2022). Gestión del agua potable en la alcaldía Iztapalapa, Ciudad de México: una revisión de literatura. En Castro, M. O., Rivera, R. J., y Fontalvo, B. J., *Intervenciones y estudios socioambientales. Experiencias interdisciplinarias para la sustentabilidad* (pp. 160-174). Universidad Autónoma Chapingo.
- imco (2023a). *Aguas en México ¿escasez o mala gestión?* Instituto Mexicano para la Competitividad, A. C.
- imco (2023b). *Modernizar la regulación de agua en México*. Instituto Mexicano para la competitividad. https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2023/06/RegulacionDeAguas_Reporte_20062023.pdf
- inegi (2022a). Población. En inegi, *Censo de Población y Vivienda 2020: principales resultados* (pp. 1-14). inegi.
- inegi (2022b). *Principales resultados del censo de población y vivienda 2020. Estados Unidos Mexicanos*. inegi.
- López Santiago, M. A., y Ortiz Lazalde, J. (2023). Factors associated with the perception of the problem of scarce potable water available for domestic use in the Nazas-Aguanaval river basin, México. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 22(1), 1-11. <https://doi.org/https://doi.org/10.5154/r.rchsza.2022.22.01>
- onu (2022, diciembre 15). Organismo de las Naciones Unidas (onu): <https://www.un.org/es/climate-change/cop26>
- onu (2022). *Organización de las Naciones Unidas*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/water-and-sanitation/>
- Pedrozo Acuña, A. (2022). El conocimiento del agua como herramienta de justicia ambiental. *Perspectivas imta* (30), 1-5. <https://doi.org/doi.org/10.24850/b-imta-perspectivas-2022-30>
- Peña Díaz, S. (2019). Condiciones hídricas en la cuenca del Vallde México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, 10(2), 98-127.
- QGIS Development Team (2023). Proyecto de la Fun-

dación Geoespacial de Código Abierto: <http://qgis.osgeo.org>

- Ríos, V. (2023, agosto 20). México Seco. *El País*. <https://elpais.com/mexico/2023-08-21/mexico-seco-las-cifras-ocultas-de-la-carestia-del-agua.html>
- Rodríguez-Tapia, L., Morales-Novelo, J., Sosa-Rodríguez, F., Altamirano-Cabrera, J., y Torres-Ayala, F. (2016). Agua virtual en un marco insumo-producto para la cuenca del Valle de México. *Tecnología y Ciencias del Agua*, VII(2), 51-66.
- Rolland, L., y Vega, C. Y. (2010). La gestión del agua en México. *Polis: Investigación y análisis sociopolítico y psicosocial*, 6(2), 155-188.
- Semarnat (2013). *Informe de la situación del medioambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave y de desempeño ambiental* (2012 ed.). Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- Serendipia (2023). Escasez de agua en México afecta ya a 40% del país: Conagua. <https://serendipia.digital/investigacion/escasez-de-agua-en-mexico-afecta-a-40-del-pais-conagua/>
- Sheridan Prieto, C., y Cerutti, M. (2015). *Usos y desusos del agua en las cuencas del norte de México*. Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología.
- Toledo, A. (2002). El agua en México y el mundo. *Gaceta Ecológica*, I(1), 9-18.
- WWAP, N. (2017). *Informe sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos de las Naciones Unidas: Cifras y datos. Las aguas residuales. El recurso desaprovechado*. unesco.
- WWAP, N. U. (2016). *Informe de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos en el Mundo 2016: Agua y Empleo*. unesco.

Derechos de Autor© 2023 María Josefa Jiménez Moreno, Luis Daniel Magadán Revelo, María Ornella Ortiz Rodríguez



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/). Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de: Atribución: Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.