

Las desigualdades regionales y metropolitanas también son hídricas

José Iván Ramírez Avilés, Ulises Javier Gómez Benítez

Resumen

Este trabajo investiga la relación entre la distribución territorial de la población y las dimensiones del recurso hídrico en la Zona Metropolitana de Pachuca, Hidalgo, México. El estudio busca comprender cómo la carencia y el acceso diferenciado al agua se vinculan con procesos de segregación, desigualdad y pobreza urbana. Mediante el análisis de datos censales del INEGI y estadísticas de la Comisión Nacional del Agua (2020), se desarrolla una propuesta metodológica basada en cuatro dimensiones: abastecimiento, saneamiento, bienes y hacinamiento. Los resultados revelan que las deficiencias en el acceso al agua presentan patrones socio-territoriales específicos, concentrándose tanto en zonas periféricas como en colonias céntricas con alto rezago social. Esta distribución desigual refuerza la necesidad de incorporar el análisis hídrico en los estudios sobre segregación urbana. La investigación demuestra que el acceso al agua opera como un indicador crítico de desigualdad socioespacial, evidenciando la urgente necesidad de políticas públicas que aborden estas disparidades desde una perspectiva metropolitana integrada, reconociendo el recurso hídrico como elemento clave en la configuración de territorios más justos y sustentables.

Palabras clave: agua; ciudad; desigualdad; cuencas; regiones hidropolitanas.

Abstract

This study aims to investigate the relationship between the territorial distribution of the population at the metropolitan level and the various dimensions of water resources in the Metropolitan Zone of Pachuca, Hidalgo, Mexico. It seeks to understand water scarcity and access as critical elements that must be analyzed and incorporated into the comprehension of segregation, inequality, and poverty. To what extent is access to water resources differentiated or equitable, both at the regional and metropolitan levels? To achieve this, census data from the National Institute of Statistics and Geography's (INEGI) microdata laboratory, specifically the basic questionnaire, is utilized to obtain the necessary level of disaggregation from various questions and items that help approximate the study of water. Furthermore, water resource statistics from the National Water Commission (2020) are examined. Using these inputs, the study develops a proposal structured around four dimensions: supply, sanitation, assets, and overcrowding, under a general construct designed to identify water-related socio-territorial inequalities at the metropolitan level. The principal results indicate that the facets of each dimension with the greatest deficiencies in water resources at the metropolitan level tend to be concentrated in specific urban areas—in some cases, peripheral zones, and in others, accentuated in central neighborhoods with high degrees of social marginalization. This finding strengthens the argument that concerted efforts are needed to integrate the study of water resources into the analysis of urban inequality and segregation.

Keywords: water; city; inequality; watersheds; hydropolitan regions.

Ciudades, agua y desigualdad

Si revisamos la literatura sobre historia del urbanismo (Morris, 2018), desde las culturas antiguas, la conformación de asentamientos humanos y particularmente el inicio de grandes ciudades, estuvieron basados en la cercanía con recursos naturales, como es el caso de las culturas y ciudades prehispánicas en México. A partir de esta vinculación ciudad-agua, por ende, son pocas las grandes urbes que no se han enfrentado a las variaciones climáticas, escasez versus inundaciones, resolviendo con grandes obras de ingeniería y arquitectura.

La Ciudad de México no escapa de este tipo de relaciones. Desde su fundación prehispánica en 1325, la ciudad de Tenochtitlán (una isla entre al menos 7 lagos, uno de ellos el de Texcoco), sus culturas estuvieron en constante renovación técnico-hidrológica y cultural con el agua. Incluso, pasados los años, particularmente a finales del siglo XIX y el siglo XX, esta gran urbe se enfrentó a grandes inundaciones (como la acontecida en 1951) y junto con los inicios del urbanismo higienista, se derivó un bagaje impresionante de experiencias e intervenciones urbanísticas, como bien destacan ya algunos autores que han profundizado en el tema (Ruiz, 2013).

En el estado de Hidalgo también podemos hablar, y no en grado menor, de las inundaciones acontecidas en la Ciudad de Pachuca, principalmente la que conmovió por sus repercusiones en pérdidas humanas y económicas (inundación de 1949), no omitiendo la reciente catástrofe acontecida en la ciudad de Tula, en el año 2021, resultado sí, de las crisis climáticas, pero también de la falta de planeación, ordenamiento territorial y de gestión (Barton, 2009; Landa et al., 2011).

En este sentido, son ya diversos autores que han aportado a estas relaciones de las ciudades con el agua, se habla ya desde algunos años de las regiones hidropolitanas (González, 2012), como, por ejemplo, aquellas que funcionan desde las redes de nodos entre grandes canales o desagües de la Ciudad de México dirigidos hacia el estado de Hidalgo (Ruiz, 2013) y recientemente con el fortalecimiento infraestructural del Túnel Emisor Oriente (2008), los cuales terminaron de encauzar los caudales de aguas negras al estado de Hidalgo, principalmente a la región Tula e Ixmiquilpan, con todas sus potencialidades y desventajas.

Frente a estos esquemas regionales e hidropolitanos se visualiza la otra cara de la moneda; las graves inequidades y desigualdades socio-territoriales que cada vez se agudizan por la carencia y acceso al recurso hídrico a nivel local y su deficiente gestión. Esta última dimensión se ubica como una de las más importantes en los estudios sobre el agua y la ciudad, e incluso algunos autores han señalado su peso en la disminución de problemas de abastecimiento (Sobrino, 2023).

Entre las vulnerabilidades más recientes que mostraron el acceso diferenciado al recurso hídrico (principalmente en higiene, saneamiento), se encuentran las realidades y brechas que dejó ver la pandemia del Covid-19, que se combinan con cambios climáticos sin precedentes y acelerados por el impacto antropogénico sobre los recursos naturales.

Es en este tenor, que lo urbano adquiere una relevancia preponderante con relación a los cambios climáticos y, por ende, en sus correlatos a la demanda hídrica. De acuerdo con los informes de la Comisión

Económica para América Latina y el Caribe (Comisión Económica para América Latina y el Caribe [CEPAL], 2024), para el año 2024, la población urbana en esta región rebasa el 80% de la población total y se proyecta que para el año 2050 se tendrá al 89% de la población habitando localidades urbanas, es decir, una cifra superior al promedio mundial (para el 2050 se proyecta el 70% de población en ciudades, Banco Mundial [BM], 2020).

Lo anterior es preocupante si consideramos que el mayor de los impactos no solo es el aumento de las tasas poblacionales, sino que se observa una constante en el uso ineficiente del suelo, agregado a su devastación y contaminación. Por lo cual, como bien señalan algunos expertos, el cambio climático es, sobre todo, “un hecho social, tanto por lo que se refiere a sus causas, como a sus consecuencias” (Pardo, 2010, p. 4). Es precisamente en este punto donde se recupera por lo menos de forma reflexiva, la consideración del cambio climático como hecho social, así como sus correspondientes crisis hídricas, es importante cuestionar ¿qué tanto el sentido común o algunas retóricas se cumplen? al afirmar que nos enfrentamos a una crisis hídrica, como si fuera un hecho exclusivamente natural o climático. Al respecto ya existen diversos informes que destacan que existen otros factores que están agudizando estas problemáticas, al contemplar no meramente la escasez, sino otras características asociadas como la contaminación y la precariedad en la gobernanza y la gestión hídrica, ya que si bien el cambio climático está alterando los patrones de precipitación y temperatura y por ende se afecta el suministro y disponibilidad, se agregan también esquemas inequitativos de planificación y gestión que agravan la situación (UNESCO, ONU-Agua, 2020).

Es necesario pasar a cuestionar y más bien comenzar a mostrar que más que una crisis hídrica en todas sus dimensiones (abasto, contaminación, entre otras) nos enfrentamos a esquemas de una desigualdad socio-territorial agravada y una deficiente e inequitativa distribución y segregación en la gestión del recurso, la cual parece ser en algunos casos consciente e intencional, aunada a todas las consecuencias de un cambio climático que también ha sido sobre todo acelerado por esos mismos esquemas de un sistema capitalista y neoliberal, que ha ocasionado el desmedro de los recursos naturales, e incluso, sociales y culturales (Pardo, 2010).

Por lo anterior, en este trabajo se tiene como propósito principal realizar un análisis sobre la situación que guarda una de las 2 Zonas Metropolitanas del estado de Hidalgo (Pachuca) (parte importante de la megalópolis centro de México) con respecto al tema del agua. Se

busca contribuir y complementar al esfuerzo realizado en otros trabajos que han comenzado a replantear el involucramiento del recurso hídrico como otra dimensión fundamental que debe estar contemplada en los estudios no solo de la desigualdad territorial, sino también de la pobreza y la segregación urbana (Rondinel et al., 2020; Narmilan et al., 2020; Medina, 2022; Domínguez y López, 2023; Murillo, 2023; Latargère, 2023) y otros que han manifestado que la carencia de recurso hídrico o la inseguridad hídrica, no solo manifiesta en acceso y abasto, sino en calidad e incluso en el impacto del extractivismo de recursos naturales y culturales¹ (Puyana, 2017; Kauffer, 2018; Quintin, 2022).

Es importante conocer en qué sentido se puede estar hablando también de una desigualdad social territorial hídrica a nivel metropolitano y cómo ésta puede conectarse con algunas otras dimensiones de la pobreza y el rezago social. De acuerdo con Cabestany (2023), aunque es valioso el contar con indicadores sobre altos porcentajes de abastecimiento o cobertura de agua potable, de acceso a agua entubada dentro de la vivienda, “el indicador posee algunos aspectos problemáticos y no capta en toda su complejidad las dimensiones del vínculo en cuestión” (Cabestany, 2023. p. 66). En el estudio que desarrolla Cabestany (2023), se analiza lo relevante del vínculo entre las dimensiones de la pobreza con el recurso hídrico, se dice que se dejan de lado variables como la calidad, acceso, cantidad o frecuencia. Lo cual de acuerdo con Cabestany (2023), citando a Barkin (2006) y Bosch (1999), son aspectos que afectan de un modo desproporcionado a los sectores más pobres.

De este modo, en los estudios de la desigualdad socio-territorial también se debe comenzar a hacer énfasis en su componente hídrico, es decir, la desigualdad territorial también es hídrica, como lo menciona Latargère (2023), es una desigualdad que configura una fragmentación que:

encaja de esta manera con la cultura de la segregación de las ciudades latinoamericanas...Los espacios residenciales de lujo donde radican las élites pueden disponer de una red premium — networked space— y de un servicio de agua de calidad, diseñado a

1 De acuerdo con Quintin (2022), el extractivismo es un “modelo de apropiación de bienes naturales para la producción de materias primas a gran escala, dirigido al mercado global con un alto impacto ambiental y social. Esta actividad opera con la intención de incrementar la acumulación de riqueza de las corporaciones y las élites regionales, generando una economía que sale y no deja nada en las comunidades explotadas” (Quintin, 2022).

su medida, mientras que los barrios donde vive la clase trabajadora sólo tienen acceso a una red de ghetto —network ghettos— y un servicio de agua de segunda categoría. (Graham y Marvin citados en Latargère, 2023, p. 48)

Dinámica sociodemográfica y caracterización urbana en el estado de Hidalgo

Geográficamente el estado de Hidalgo se conforma de 84 municipios o alcaldías, con un aproximado de 4.690 localidades, con 3.082.841 personas. Del total de localidades mencionado, 4.514 son rurales y solo 176 son de carácter urbano, con 1.316.347 personas en las primeras y 1.766.494 en las segundas, por lo cual para el año 2020 se tenía un grado de urbanización del 57%, es decir, 5 puntos porcentuales más que en el año 2010, pero menor al presentado a nivel nacional (tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de población urbana y rural para 3 años censales (2000, 2010, 2020)

Estatad/ nacional	Porcentaje de población/año			
	Población	2000	2010	2020
Hidalgo	Urbana	49.3	52	57
	Rural	50.7	48	43
México	Urbana	74.6	76.8	78.6
	Rural	25.4	23.2	21.4

Fuente. Censos de población y vivienda 2000, 2010, 2020, INEGI (2024).

En el año 2020 se tuvo una población total de 3,082,841 y 857,174 viviendas, es decir, 417,823 habitantes más que en el año 2010 (2,665,018), con un crecimiento total (crecimiento natural más el social) de 36,195 habitantes, una tasa de crecimiento total de 1.11 y una tasa de crecimiento social de 0.44. Esta tasa de crecimiento es importante, debido a que corresponde con el aumento en la población que llega al estado de otras entidades del país o del extranjero. Al respecto, de acuerdo con indicadores obtenidos del Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI, 2020), se identifican para el

año 2020 a 43,461 inmigrantes interestatales y 4,545 internacionales. Por lo cual la entidad se ha convertido en un punto importante para migrantes nacionales e internacionales.

Ahora bien, respecto al sistema urbano nacional, para el año 2020, en México se determinaron 92 metrópolis conformadas por 421 municipios metropolitanos. Es interesante observar que de las nuevas delimitaciones urbano-metropolitanas (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU] 2023) el estado de Hidalgo paso de tener 3 Zonas Metropolitanas (ZM) antes del año 2015 a solo 2 en el 2020, conservando la Zona Metropolitana de Pachuca (ZMP) y la de Tulancingo (ZMTulancingo), mientras que la Zona Metropolitana de Tula se desagregó en dos zonas conurbadas de Atitalaquia (Atitalaquia y Tlaxcoapan).

Así mismo, además de Tizayuca, se agregan un municipio hidalguense conurbado a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCDMX): Atotonilco de Tula, reflejando la importante atracción sociodemográfica y económica, e influencia en general, de la ZMCDMX, para parte de la urbanización de municipios localizados al sur del estado (figura 1).

Panorama general y ubicación del estado de Hidalgo, México, con relación a las Regiones Hidrológico Administrativas (RHA).

De acuerdo con algunas plataformas virtuales oficiales y según los datos abiertos del Atlas de Estrés Hídrico, generado por el Instituto de Recursos Mundiales (Aqueduct, 2024), parte del territorio mexicano está catalogado como de estrés hídrico alto o muy alto (demanda de agua según cantidad disponible) y en particular el estado de Hidalgo tiene alto riesgo de sequía extrema para el año 2030.

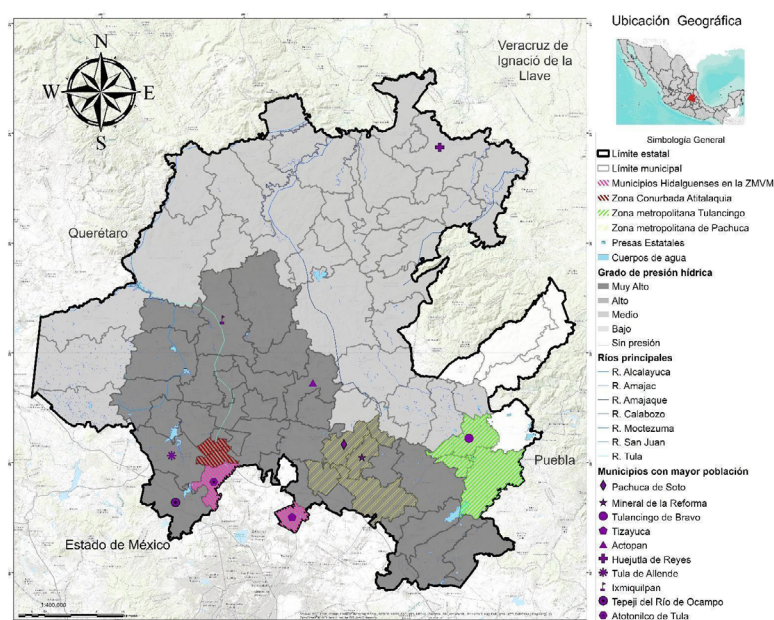
De acuerdo con estadísticas de la CONAGUA (2022) de las 37 regiones hidrológicas del país (México) que administran 757 cuencas hidrológicas, solo 653 se encuentran en situación de disponibilidad (86%). El estado de Hidalgo está vinculado al menos con tres: Aguas del Valle de México (XIII), Golfo Norte (IX) y Golfo Centro (X) (figura 1).

Con respecto a la circunscripción territorial de los organismos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua (publicado en el Diario Oficial de la Federación, en el año 2010) el organismo de la cuenca de Aguas del Valle de México, con sede en la Ciudad de México, integra a 39 municipios del estado de Hidalgo, entre los que destacan predominantemente municipios urbanos, entre ellos: Tula de Allende, Pachuca de Soto, Mineral de la Reforma, Tizayuca, ubicados al lado sur del estado.

Y es precisamente esta gran región urbana o de zonas metropolitanas,

ubicada en la región hidrológica XIII, la que tiene mayor estrés hidrológico a nivel nacional y estatal. Además, como se revisa más adelante, son las que regionalmente coinciden con los acuíferos en situación de reserva o sobreexplotados a nivel nacional (figura 1). Por lo cual se hace importante analizar la situación particular que guardan cada una de estas zonas metropolitanas (y en sus relaciones intra e inter urbanas) respecto a su situación hídrica e hidráulica, para lo cual este trabajo se aproxima al análisis de la Zona Metropolitana de Pachuca (ZMP).

Figura 1. Grado de presión Hídrica en el estado de Hidalgo, según región metropolitana y regiones hidrológicas de México, 2022



Fuente. Elaboración propia con base en datos de la Conagua (2020) y el Consejo Nacional para el conocimiento y uso de la Biodiversidad (2024). Nota. Diseño gráfico: Gallardo Lina Alexis Uriel.

Metodología

La ZMP en el año 2020, está compuesta por 5 municipios con un total de 610,753 habitantes que representan el 54% del total de las zonas metropolitanas y conurbadas del estado -la Zona Metropolitana de

Tulancingo representa el 20.2%, la zona conurbada de Atitalaquia el 5.3% y la población de los municipios hidalguenses que se suman a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México, representan el 20.4%. Así mismo está ZM tiene 426 Áreas Geoestadísticas Básicas (AGEBs), con una cantidad de 558,026 habitantes y 52,727 personas que se encuentran en áreas rurales en el área metropolitana considerada, representando el 8.6% de toda la población.

Con este universo de estudio y para tener acceso a estadísticas oficiales sobre el recurso hídrico, se consultaron diversas fuentes, entre las que sobresale la Comisión Nacional del Agua (2024) y sus distintas plataformas o portales para la consulta de información de los recursos hídricos que opera, por ejemplo, el SINA (Sistema Nacional de Información del Agua).

Con la información recabada se realizó un cálculo aproximado de los litros de agua por habitante al día consumidos, respecto al total población de cada zona metropolitana; como resultado de las variables obtenidas del REPDA y SEMARNAT (2021); disponibilidad de agua para uso público urbano por municipio, resultado de dividir el volumen de agua concesionada para uso público total por municipio entre la población total de cada municipio, a su vez dividida entre el periodo de tiempo, en este caso 365 días, sin considerar el coeficiente por fugas que pueden presentarse por el estado de conservación de las tuberías o incluso extracción ilegal.

Por lo tanto, los usos que se contemplan son referidos al abastecimiento público, el agua considerada o concesionada para: 1. Centros de población y asentamientos humanos, a través de la red municipal, más 2. La suma del uso doméstico conectado a las cantidades de agua para consumo directo de las personas y hogares (Ley de Aguas Nacionales, Artículo 4 BIS 5, fracción XXII, (Ley de Aguas Nacionales [LAN], 2023).

Otra fuente de análisis son los Censos de Población y Vivienda del año 2020. Se consultaron las variables asociadas a las características de las viviendas y hogares. Como se ha indicado, la identificación geográfica fue determinada hasta nivel de *desagregación de Áreas Geoestadísticas Básicas* (INEGI, 2020). Fue necesario recurrir a la información y procesamiento que ofrece el laboratorio de microdatos del INEGI y realizar los procesamientos correspondientes de forma presencial, entre otras cosas atendiendo a criterios de confidencialidad. De esta forma, mediante la información solicitada y proporcionada se realizó el procesamiento de las bases de datos correspondientes al cuestionario básico, del censo de población y vivienda mencionado.

Para el presente trabajo, como propuesta para acercarse a la mensurabilidad de la desigualdad hídrica, se construyeron 4 dimensiones: abastecimiento, saneamiento, equipamiento y bienes, y el cálculo de hacinamiento habitacional y el tipo de vivienda, así como una dimensión total de la suma de las subdimensiones anteriores, que refleja lo que denominamos en este trabajo como la Condición Socio-habitacional respecto al Recurso Hídrico (CSRH) y las cuales se describen a continuación.

La dimensión de “abastecimiento” se enfoca en el acceso al agua en la vivienda, busca saber no solo si se cuenta con el servicio público, sino también la fuente específica de donde se obtiene el recurso (dentro de la vivienda, en el patio, en el terreno o a través de acarreos). Esto con la intención de conocer qué tan complicado es el acceso al agua y qué implicaciones tiene para las familias, ya que no basta con saber si llega a través de un sistema público, sino entender las condiciones que enfrentan para disponer del recurso

La dimensión de “saneamiento” busca saber si las viviendas cuentan con un sistema de drenaje, lo que refleja, en gran medida, la sanidad del hogar. Este servicio representa uno de los usos más importantes del agua en las viviendas debido a que puede proporcionar condiciones mínimas de higiene y salud. Por lo tanto, en esta dimensión se analizan aspectos como el tipo de sanitario disponible, su funcionamiento y el destino de las aguas residuales, ya que estas características impactan directamente en la calidad de vida de los habitantes y se puede relacionar con otras dimensiones como el hacinamiento habitacional.

La dimensión de “equipamiento” se enfoca en evaluar si las viviendas tienen infraestructura para almacenar agua y cuáles son sus capacidades, considera si el hogar cuenta con cisternas y/o tinacos. Debido a que en contextos donde el suministro de agua es intermitente, contar con un sistema para resguardar el recurso puede ser necesario para garantizar su disponibilidad en momentos de necesidad, como los acontecidos en años recientes, como bien ya se ha revisado en algunos estudios en México, respecto a la relevancia de la gestión en infraestructura y equipamiento urbano y habitacional, para almacenamiento hídrico (González, 2023).

La dimensión de “bienes” tiene como objetivo conocer si el hogar cuenta con ciertos bienes de consumo de agua o acarreo que impactan su relación con el recurso. Por ejemplo, un automóvil no solo facilita el transporte de personas, sino que puede ser necesario para el acarreo de agua en caso de tener una fuente externa. De igual forma, una lavadora, aunque indirectamente, representa un consumo considerable de agua;

por lo tanto, su presencia podría reflejar una mejor condición en términos de acceso al recurso, ya que su uso depende de una disponibilidad suficiente de este en el hogar.

Este trabajo se inspira en la metodología ADN Urbano de Lanfranchi et al. (2017), que analiza áreas urbanas combinando variables como densidad, acceso a infraestructura y bienestar. Aunque no se utilizan las mismas variables ni dimensiones, se retoma su enfoque integral para entender las condiciones socioespaciales y también la forma de integrar los indicadores.

No obstante, la metodología aquí presentada es un esfuerzo propio, adaptado a evaluar específicamente aspectos como el acceso al agua, el saneamiento, el equipamiento y los bienes en las viviendas. Si bien sigue un enfoque similar al ADN Urbano, introduce variables diferentes que se ajustan al contexto y objetivos de este análisis, ofreciendo una herramienta práctica para identificar áreas de mejora en las condiciones de vida.

Es importante considerar que estas dimensiones abordan aspectos claves de la habitabilidad desde el uso, abasto y acceso al recurso hídrico. En el caso de la variable de hacinamiento, se consideró debido a la importancia que existe respecto a las condiciones de la vivienda y de los habitantes, de sus condiciones de vida en el hogar, ya que un alto nivel de hacinamiento refleja una condición precaria de sus habitantes, no solo en privacidad, sino también en higiene y saneamiento, lo cual agregado a un déficit en el acceso y abasto al recurso hídrico, agrava aún más la vulnerabilidad de sus habitantes para realizar cada una de las actividades cotidianas básicas (Organización Panamericana de la Salud [OPS], 2022).

A diferencia de las dimensiones previamente señaladas, para considerar los umbrales del índice de hacinamiento (IH) ya existe un amplio tratamiento estadístico y bibliográfico que los sustenta. Es un indicador que se emplea para medir el espacio habitable en una vivienda en función del número de personas que la ocupan. El hacinamiento en los hogares ocurre cuando el número de ocupantes de una vivienda excede la capacidad de espacio disponible y se produce una situación que tiene resultados negativos para la salud física y mental de sus habitantes (OPS, 2022). En México, se considera hacinamiento en una vivienda donde el promedio de ocupantes por cada dormitorio es mayor a dos (INEGI, 2000). Sin embargo, no es una medida universal y depende del contexto del país en el que se esté empleando, y para el caso de este trabajo se retoma la utilizada en el INEGI (2000).

En general el índice de hacinamiento quedará expresado de la siguiente forma:

$$IH = \frac{Np}{Nh}$$

Donde:

- IH: Índice de hacinamiento
- Np: Número de personas por vivienda (incluye a todos los residentes de la vivienda)
- Nh: Número de habitaciones por vivienda (espacios destinados para dormir)

Por otro lado, las dimensiones propuestas en este trabajo para determinar la condición socio-habitacional y de infraestructura respecto al recurso hídrico, se describen de la siguiente forma:

La dimensión de abastecimiento (ABAS):

Abastecimiento (ABAS)= AEageb + AEPageb + ANEageb

Donde:

AEageb: dónde se ubican las llaves o instalación hidráulica de donde obtienen agua (dentro de la vivienda, patio o terreno, no tiene agua entubada)

AEPageb: De dónde proviene el agua (servicio público, pozo comunitario, pozo particular, pipa, otra vivienda, lluvia, otro lugar)

ANEageb: De dónde acarrear el agua (pozo, llave comunitaria, otra vivienda, pipa)

La dimensión de Saneamiento (SAN):

$SAN = San_{ageb} + SanA_{ageb} + SanD_{ageb}$

Donde:

San_{ageb} : Con qué tipo de sistema de saneamiento cuenta (taza de baño, letrina, no tiene)

$SanA_{ageb}$: Con qué tipo de descarga cuenta el sistema de saneamiento (descarga directa de agua, le echan agua con cubeta, no se le puede echar agua)

$SanD_{ageb}$: A qué está conectado el drenaje o desagüe (red pública, fosa o tanque sépticos, barranca o grieta, río lago o mar, no tiene drenaje)

La dimensión de Equipamiento (EQP):

$$EQP = TN_{ageb} + CIS_{ageb}$$

Donde:

TN_{ageb} : Tinaco

CIS : Cisterna o aljibe

La dimensión de Bienes (BNS):

$$BNS = Lav_{ageb} + Aut_{ageb}$$

Lav_{ageb} : Lavadora

Aut_{ageb} : Automóvil o camioneta

Finalmente, la suma de todas las dimensiones anteriores resulta en un indicador global que mide la condición socio-habitacional respecto al recurso hídrico (CSRH), para el espacio de estudio:

$$CSRH = CV + ABAS + SAN + EQP + BNS$$

Por lo tanto, la elección de las variables se sustenta en la necesidad de comprender la situación que existe en el Área Metropolitana de Pachuca, a nivel de AGEB urbana, respecto a las distintas dimensiones del recurso hídrico, en todas sus posibles relaciones con otros elementos de los hogares, tal como la condición de equipamiento de almacenamiento hídrico (cisterna y tinaco).

Cada una de las variables contienen valores codificados que partían de un valor que refleja desde una mejor condición, por ejemplo, tener agua entubada dentro de la vivienda, versus a un valor que reflejaba una mayor deficiencia, como el tener acceso al agua, pero no dentro de la vivienda, sino en el patio o terreno o en última instancia -la peor situación- no tener acceso a agua entubada.

Resultados

González (2012), propone (recuperando aportes de Dupuy, 1991 y Offner, 1996), una clasificación de los elementos del sistema hidráulico en tres niveles: 1. Local, referido a redes secundarias de distribución de agua potable y redes de alcantarillado y drenaje, cuyo funcionamiento remite a delimitaciones político administrativas municipales; 2. Metropolitano, que incluye obras de infraestructura que sirven a más de un municipio y 3. Hidropolitano que concierne a cuencas hidrológicas, redes, acueductos, emisiones y túneles que vinculan y operan estructuras que rebasan las delimitaciones político administrativas municipales y estatales (González, 2012, p. 376).

Recuperando esa propuesta, en este primer apartado se aborda una aproximación inicial al contexto hidropolitano para el estado de Hidalgo, realizando un análisis de sus zonas metropolitanas con relación a su situación frente al recurso hídrico, visibilizando las cuencas y acueductos a las que pertenece. Es importante comprender, que si bien, en el presente estudio se acota más sobre una escala hidro-metropolitana, al interior del estado de Hidalgo y de sus límites político-administrativos, toda la realidad del fenómeno hídrico es difícil de analizarse desvinculada de lo que pasa en torno al marco de la megalópolis del centro del país y todos sus factores sociodemográficos, económicos y sociales, particulares.

Zonas metropolitanas y regiones hidrológico-administrativas

La RHA a la que pertenecen los *municipios metropolitanos* del estado (XIII) presentan, en su relación entre agua renovable y agua concesionada (en h3), un muy alto estrés hídrico de 141.4%, mientras las RHA Golfo Centro y Norte, en las cuales se localizan municipios del norte y noreste del estado con mayor grado de rezago social, solo presentan el 6.4 y el 21% correspondientemente.

De acuerdo con la Conagua (2022), para el estado de Hidalgo, del agua concesionada, la mayor cantidad de uso de agua (hm3/año) es de tipo agrícola con un total de 2.120 (hm3/año), (1900 superficial + 221 subterránea) de la cual, se ocupan 333 hm3/año en las zonas metropolitanas, es decir, el 15.7%. Sin embargo, para uso o abastecimiento público solo se tiene el 7% (169 hm3/año) del cual se destina el 32.8% a zonas metropolitanas, es importante mencionar que es un porcentaje mayor al observado en el promedio nacional.

En términos del agua subterránea, de un total nacional de 653 acuíferos identificados, la región del Golfo Norte tiene 2 acuíferos sobreexplotados y 30 con disponibilidad. Mientras que la RHA de las Aguas del Valle de México, tiene 4 sobreexplotados y 9 con disponibilidad y la región del Golfo del Centro tiene 17 con disponibilidad, lo cual marca una diferencia importante en el nivel de cuencas localizadas al norte y sur del estado de Hidalgo.

Por ejemplo, delimitando para el estado de Hidalgo, se tienen identificados 21 acuíferos (Conagua, 2019), de estos precisamente el de Pachuca Cuautitlán y Huichapan-Tecoautla están sobre explotados y presentan un déficit alto (Sistema Nacional de Información del Agua [SINA] CONAGUA, 2022), por lo tanto, esta situación impacta indudablemente sobre la disponibilidad hídrica y en los retos sobre el aumento

en la capacidad de su gestión a escala no solo local y metropolitana, sino también hidropolitana.

Ahora bien, considerando la cantidad total de población, por municipios metropolitanos y el volumen de agua concesionada para uso público, se realizó un ejercicio de cálculo para aproximarse al consumo o disposición de agua de uso público. Se obtuvo un total de 107,138,932.65 litros de agua al día para todos los municipios metropolitanos y conurbados del estado, de los que la Zona Metropolitana de Pachuca tiene el 52.4% (56,134,308.2), del total de litros de agua al día, 25.9% de la Zona Metropolitana de Tulancingo y 14.9% de los municipios hidalguenses que se suman a la Zona Metropolitana de la Ciudad de México y solo el 6% de la zona conurbada de Atitalaquia (tabla 2).

Respecto a estas cifras, hay que recordar que la Organización de Naciones Unidas y de la Organización Mundial de la Salud (OMS), manifiestan que una persona requiere de entre 50 y 100 litros de agua al día “para garantizar que se cubran las necesidades más básicas” (Howard, 2003; Carvajal et al., 2019, p. 5) y en el contexto mexicano, el umbral mínimo es de 150 ltrs/hab/día, por habitante, para uso habitacional (Instituto Nacional de la Infraestructura Física y Educativa [INIFED], 2022, p. 5).

Por lo anterior, se realizó el ejercicio de cálculo de los litros de agua por habitante al día, para las zonas urbanas del estado de Hidalgo, según criterios del umbral de los 100 litros de agua (OMS) y tan solo en la ZMP (para el año 2020) idealmente se tuvieron que cubrir 61.075.300 lts/día, es decir, se identificó un déficit de 4.940.992 lts., considerando los cálculos realizados con base en datos de los litros de agua concesionada para uso público (56.134.308.20), por lo cual, esos litros al día faltantes, agregado a las deficiencias en distribución y pérdidas del líquido en el recorrido por la infraestructura hidráulica, agravan la situación frente a las condiciones de desigualdad y crisis climáticas.

Tabla 2. Litros de agua por habitante (uso público) según Zonas Metropolitanas y conurbadas del estado de Hidalgo, 2020 y 2030.

Municipios	Población 2000	Población 2010	Población 2020	TCMA 2000-2010	TCMA 2010-2020	Consumo promedio	
						Agua 2020 (lts/hab/365)	Agua 2030 (lts/hab/365)
ZONA METROPOLITANA PACHUCA						91.91	92.151
Mineral del Monte	12, 885	13, 864	14, 324	0.7	0.3	587.19	474.47
Pachuca de Soto	245, 208	267, 862	314, 331	0.9	1.7	N/A	N/A
Mineral de la Reforma	42 ,223	127, 404	202, 749	11.3	4.9	19.73	20.28
Zapotlán de Juárez	14, 888	18, 036	21, 443	1.9	1.8	2043	1953.97
Zempoala	24, 516	39, 143	57, 906	4.6	4.1	37.85	39.56
ZONA METROPOLITANA TULANCINGO						124.29	112.022
Cuautepec de Hinojosa	45, 110	54, 500	60, 421	1.8	1.1	141.09	124.67
Tulancingo de Bravo	122, 274	151, 584	168, 369	2.1	1.1	118.29	107.36
ZONA CONURBADA ATITALAQUIA						121.15	105.6
Tlaxcoapan	22, 641	26, 758	28, 626	1.6	0.7	16.27	13.84
Atitalaquia	21, 636	26, 904	31, 525	2.1	1.6	216.39	192.89
MUNICIPIOS HIDALGUENSES EN LA ZONA METROPOLITANA CIUDAD DE MÉXICO						69.33	84.09
Atotonilco de Tula	24, 848	31, 078	62, 470	2.2	7.4	41.66	58.45
Tizayuca	46, 344	97, 461	168, 302	7.5	5.8	79.6	91.92
Σ Total						101.67	98.46

Fuente. Elaboración y cálculos propios, con base en estadísticas y Censos de población y vivienda (INEGI, 2020) y clasificación de Zonas metropolitanas, conurbadas y municipios metropolitanos (Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano. (2023).

Nota 1. En el caso de Pachuca de Soto, no se encontró información para poder calcular el consumo promedio de litros de agua por habitante al día, 2. TCMA es abreviatura de Tasas de Crecimiento Medias Anuales, para las décadas consideradas.

Si observamos, para el cálculo del consumo promedio de litros de agua por habitante al día al 2030 (tabla 1), se usaron proyecciones de población del año correspondiente, con lo cual se puede observar que existen municipios que al 2030 disminuyen drásticamente su consumo promedio, por lo menos de forma hipotética, y sin considerar otros factores antrópicos como fugas, huachicoleo, etc., tal es el caso de Zapotlán de Juárez con una pérdida de 89 litros por habitante al día o Mineral del Monte con una reducción de 112 litros, a excepción de Atotonilco de Tula que tuvo un aumento aproximadamente al doble, mientras sus tasas de crecimiento poblacional (TCMA) anual también fue alta, de 7.4% del 2010 al 2020. No obstante, es necesario considerar que los datos son solo una aproximación, ya que no se toman diversos factores que pueden estar asociados, para realizar una acertada proyección al año 2030, tanto en cuestión de temperaturas y cambios climáticos, como de otras variables, por lo cual se hace complejo predecir la capacidad consumible de agua para uso público para ese año y solo se usan las proyecciones de población al 2030 y los datos de disponibilidad de agua al 2020 como referente.

Pese a lo anterior, estas cifras por sí mismas, sin ser proyectadas, ya reflejaban desde el año 2020 una problemática considerable para las regiones metropolitanas hidalguenses, porque ubican una deficiencia importante en el consumo promedio diario y corresponde con lo reportado en algunos medios en los que se indica que en México, según fuentes oficiales el suministro de agua por habitante, tuvo su peor nivel en 24 años, pasando de un promedio de 348.3 litros por habitante al día en 1997, a 240 en el año 2020 (El Economista, 2023, citando Conagua, 2020) y se destacan precisamente a los estados de Oaxaca, Chiapas e Hidalgo, con las mayores caídas de suministro de agua o de litros de agua por habitante al día, para Hidalgo se destaca un aproximado de 154 l/h/d, muy cercano a los umbrales señalados.

Desigualdad hídrica territorial a nivel intra-metropolitano.

A nivel local (González, 2012), para la Zona Metropolitana de Pachuca (ZMP) también se pudo observar que el abasto de agua tiene amplias brechas, según escala geográfica y ámbitos urbanos específicos, lo cual coincide con algunas investigaciones (Narmilan et al., 2020; Rondinel et al., 2020; Medina et al., 2022), que han encontrado una relación preocupante entre el abasto de agua (consagrado en la constitución política de los Estados Unidos Mexicanos, como derecho bá-

sico y universal) y el agravamiento de situaciones de vulnerabilidad y pobreza en contextos urbanos.

En un estudio sobre la desigualdad espacial del consumo doméstico de agua en la Ciudad de México, respecto a las dimensiones sobre abastecimiento se encontraron indicadores del 94% de acceso al agua potable, incluso superiores al promedio nacional. Sin embargo, se logró mostrar que, pese a estas cifras globales, se observan graves desigualdades al interior de la ciudad que vulneran el derecho equitativo y universal al agua potable (Medina et al., 2022).

En el estudio citado, se encontró que una cuarta parte de los barrios registran un consumo de litros al día por habitante que van de 6 a 75, frente a estas condiciones de acceso, se localizaron otros cuartiles de barrios y colonias que consumen 25 veces más que los primeros. Por lo anterior, se logró demostrar un patrón espacial que marca claramente regiones no aleatorias en el territorio, es decir, conglomerados de hogares con bajo consumo de agua ubicados en la periferia del suroeste, sur y sureste de la Ciudad de México, con un estrecho vínculo y correlación a factores como marginación (el consumo de agua disminuye a medida que el grado de marginación aumenta y viceversa), rezago socioeconómico y condiciones topográficas (Medina et al., 2022, p.11).

En el caso del estado de Hidalgo, se obtuvieron cifras similares a nivel global sobre abastecimiento de agua potable. Ya que existe un 3.89% de viviendas (96.14% de abasto) que se encuentran reportadas como sin agua entubada (cifra similar al promedio nacional que es de 3.46) y cuando se prosiguió en el análisis de los datos, pero desagregados por tipo de localidad o tamaño de localidad (urbana o rural), se localizaron diferencias marcadas en el acceso al recurso hídrico, ya que si bien, se marca un porcentaje bajo para todos los rubros de carencia, las localidades rurales o menores a los 2.500 habitantes, son los que presentan en promedio el 10.13 % de viviendas sin agua entubada, mientras que las localidades urbanas tienen en promedio solo el 1%.

De las viviendas que no disponen de agua entubada (que se abastecen de agua mediante acarreo) si bien representan sólo el 4% de la población, el 40.7% de ésta se abastece acarreando agua. Lo anterior, refleja que, en el caso de la disponibilidad de agua entubada, pese a óptimos indicadores, se observa que existe un importante porcentaje de personas que presentan una condición deficitaria. Incluso de los que *no disponen de agua entubada ni en la vivienda ni en el patio o terreno de la vivienda*, el 45.4% (15.109 personas) acarrea el agua de un pozo, el 17% de otra vivienda, el 22% de la compra de pipas, y el 5.2% acarrea el agua de un río, arroyo o lago.

De forma similar, en el caso de la ZMP, la distribución espacial de la condición de “Abastecimiento” (detallada en el apartado metodológico) y enfocándose exclusivamente en los niveles altos se observó que la tendencia se concentra en el último grupo, con valores que oscilan entre 0.75 y 1 (figura 2).

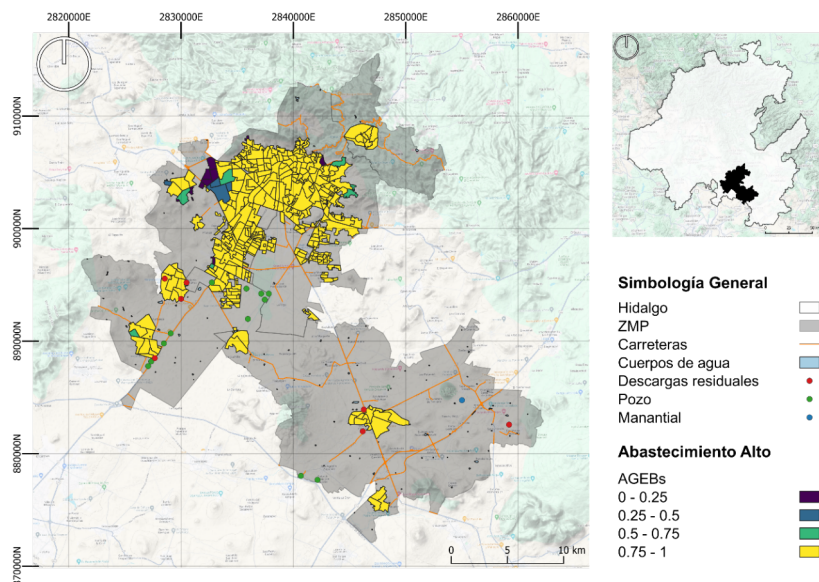
Respecto a lo anterior, se segmentó utilizando cuatro grupos o cuantiles, definidos por intervalos de 0.25 puntos en una escala de 0 a 1, correspondientes a los rangos porcentuales: 0-25 (bajo), 26-50 (medio bajo), 51-75 (medio alto) y 76-100 (alto). Este enfoque, inspirado en la metodología de Marinho y Quiroz (2018), facilita la clasificación del acceso al agua y permite comparar diferentes áreas. Según los autores, emplear cuatro rangos es ideal, ya que más divisiones complicarían la interpretación y comparación de los resultados, mientras que menos rangos simplificarían excesivamente las condiciones, dificultando un análisis integral.

El primer cuantil (0-25) agrupa a las áreas con los niveles más bajos de acceso, mientras que el segundo cuantil (26-50) incluye zonas con condiciones algo mejores, pero aún por debajo de la mediana. El tercer cuantil (51-75) representa áreas con acceso superior al promedio, y el cuarto cuantil (76-100) corresponde a las zonas con el acceso más alto.

Este grupo abarca la mayoría de las áreas con mejores condiciones de abastecimiento. Sin embargo, es preocupante la situación en la periferia, donde prácticamente la totalidad de los AGEBS muestra un abastecimiento bajo. Estas áreas corresponden a colonias como Loma Bonita, Nopancalco y Ampliación el Palmar, que aparecen en el análisis de la dimensión “CSRH” (Condición Socio-habitacional respecto al Recurso Hídrico) lo que afirma su condición urgente en actuar por parte de las autoridades metropolitanas encargadas de la gestión y distribución de este recurso.

Es importante recordar que el abastecimiento del recurso hídrico, sobre todo mediante la variable de “agua entubada dentro de la vivienda” es uno de los indicadores mejor posicionados en las estadísticas nacionales y estatales, ya que se muestran los mejores avances con porcentajes de abastecimiento por arriba del 90%. Por lo anterior, los datos que se muestran en este documento tendrían que reflejar esa situación favorable de distribución y abastecimiento equitativo para toda la población metropolitana, sin embargo, esto no sucede y vulnera el derecho a la ciudad y el derecho humano al agua (DHA).

Figura 2. Representación temática de la dimensión “abastecimiento” para la Zona Metropolitana de Pachuca, 2020

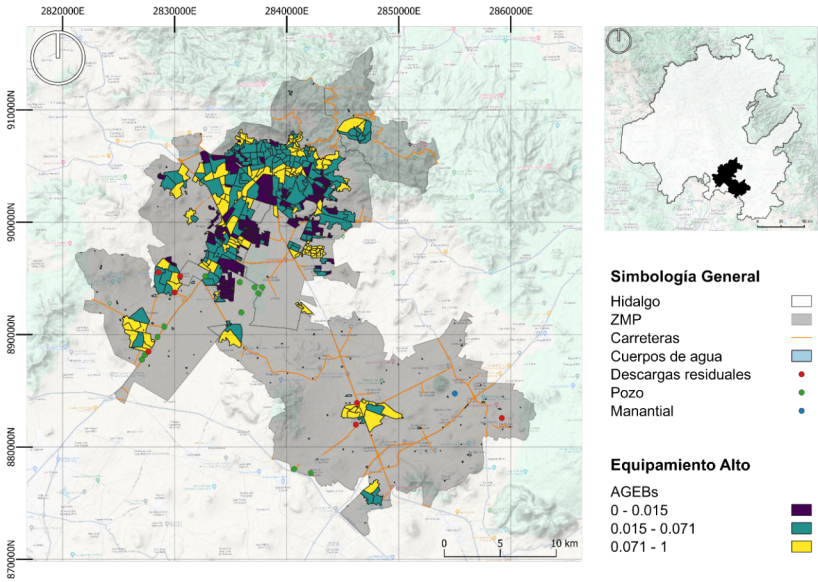


Fuente. Elaboración propia con base en microdatos del Censo de Población y Vivienda 2020, procesamiento propio realizado en el Laboratorio de microdatos del INEGI (2024).

Otra de las dimensiones consideradas para aproximarse a la situación de las viviendas y de las personas frente a las problemáticas de carencia y limitado acceso al recurso hídrico, es la dimensión de equipamiento (EQP), entre lo cual se destacan las cisternas y los tinacos (figura 3). Al respecto existen programas² que se han implementado ante las problemáticas de la sequía y que impulsan que nuevas viviendas se construyan con una cisterna o equipamiento hídrico no solo como alternativa en la captación de aguas de lluvia, sino en la prevención ante fenómenos meteorológicos y crisis hídricas (Wagner et al., 2024).

² En el uso de cisternas o tinacos, especialmente en zonas rurales y urbanas periféricas, se puede mencionar el Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Enotecnias en Zonas Rurales (Procaptar).

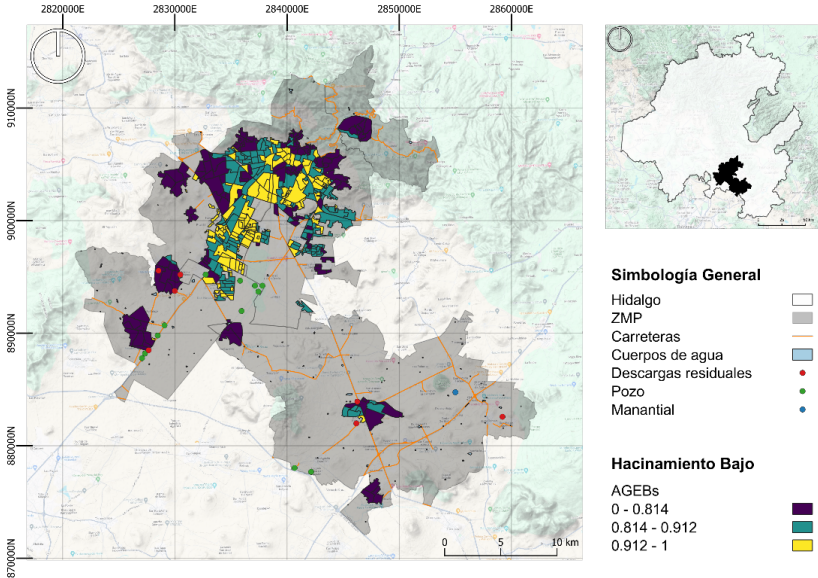
Figura 3. Representación temática de la dimensión de equipamiento, para la Zona Metropolitana de Pachuca, 2020



Fuente:. Elaboración propia con base en microdatos del Censo de Población y Vivienda 2020, procesamiento propio realizado en el Laboratorio de microdatos del INEGI (2024).

A nivel urbano, existen estudios que han explorado las dimensiones de EQP a nivel habitacional (Rondinel, et al., 2020; Narmilan et al., 2020; Bellot y Fiscarelli, 2020) y muestran cómo la infraestructura y el equipamiento con el que cuentan las viviendas también repercute en la forma en la que se usa el recurso hídrico. Es decir, el tipo de equipamiento o dispositivos que tenga la vivienda empleados en baños, ducha, aseo, cocina, lavadora, entre otros. De ahí la importancia de hacer énfasis en estas dimensiones en el uso del recurso hídrico a nivel habitacional, aunque también en estos trabajos se habla de la dimensión educativa (cultura del agua).

Figura 4. Representación temática de la dimensión “hacinamiento”, para la Zona Metropolitana de Pachuca, 2020



Fuente. Elaboración propia con base microdatos del Censo de Población y Vivienda 2020, procesamiento propio realizado en el Laboratorio de microdatos del INEGI (2024).

Tabla 3. Correlación de Pearson entre la dimensión hacinamiento con el resto de las dimensiones

	HACINAMIENTO (HAC)		
	A	B	MB
BNS	0.66776737	0.45334992	0.55284152
SAN	0.41760552	0.19226146	0.36629418
ABAS	0.38618018	0.2128331	0.27828088
EQP	0.26279127	0.12447102	0.03735981

Fuente. Elaboración propia con base en matriz de datos elaborada con dimensiones sobre condición hídrica socio-habitacional. Nota: se otorgan las nomenclaturas A, B y C, correspondientemente a los niveles de hacinamiento Alto, Bajo y Muy Bajo

Mediante la correlación estadística, basada en la interpretación del coeficiente de correlación de Pearson (la cual es una prueba que mide la posible relación estadística simple entre variables continuas) se realizó el ejercicio de buscar las posibles relaciones entre la variable de hacinamiento con las 4 dimensiones de la condición hídrica socio-habitacional, en su condición más óptima. Si consideramos que si la correlación es igual a cero, implica que no es posible determinar alguna relación y cuando más cercana a la unidad está, es posible hablar de una relación lineal entre las dos variables, revisando la figura 7, podemos considerar que las relaciones más altas entre las mejores condiciones sobre hacinamiento habitacional (Hacinamiento A) se encuentran con las de la dimensión de Bienes y, en general, con las diferentes situaciones de la dimensión hacinamiento (A, B y MB), lo cual habla de un posible vínculo entre el tener en una vivienda con bajo nivel de hacinamiento con una condición igual optima en la disposición de bienes relacionados al uso del agua y viceversa.

Es importante recordar que las implicaciones del hacinamiento son amplias, ya que además de los impactos en la salud mental y física de las personas, así como en temas sociales de violencia familiar, también aumenta la vulnerabilidad en el acceso al recurso hídrico, ya que la concentración de habitantes en una familia implica que la cantidad de agua potable demandada es mayor, así como la higiene y saneamiento.

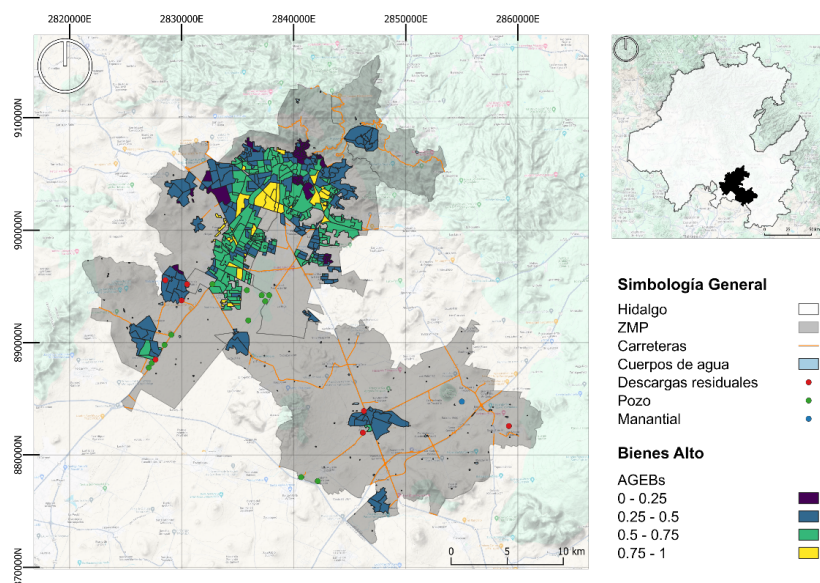
También parecen existir coeficientes altos entre estratos de mejor condición de hacinamiento con los valores de las dimensiones de mejor condición de saneamiento y abastecimiento hídrico.

Por otro lado, la tabla 3 representa en el área de estudio la ubicación de la dimensión nombrada “Bienes”, la cual muestra únicamente las condiciones altas divididas en intervalos fijos de 0.25, al igual que el mapa anterior, se obtuvieron 4 grupos y resalta la poca cantidad de AGEBS que se encuentran en el grupo que va de 0.75 a 1, es decir, el de mejores condiciones.

Las colonias que se encuentran en el rango superior incluyen Real del Valle, Puerta de Hierro, Zona Plateada y Valle de San Javier, entre otras. Estas áreas también presentan las mejores condiciones en otros análisis realizados. Esto sugiere una relación entre los niveles socioeconómicos y el acceso al agua, como lo señala Medina et al. (2022), en su investigación, donde se reconoce que la mayoría de los hogares con menor consumo de agua se ubican en las periferias de la zona urbana y en las partes altas, es decir, en las laderas de los cerros. En estas zonas, las condiciones topográficas no solo limitan el acceso a la red de agua potable, sino que también dificultan la obtención del recurso,

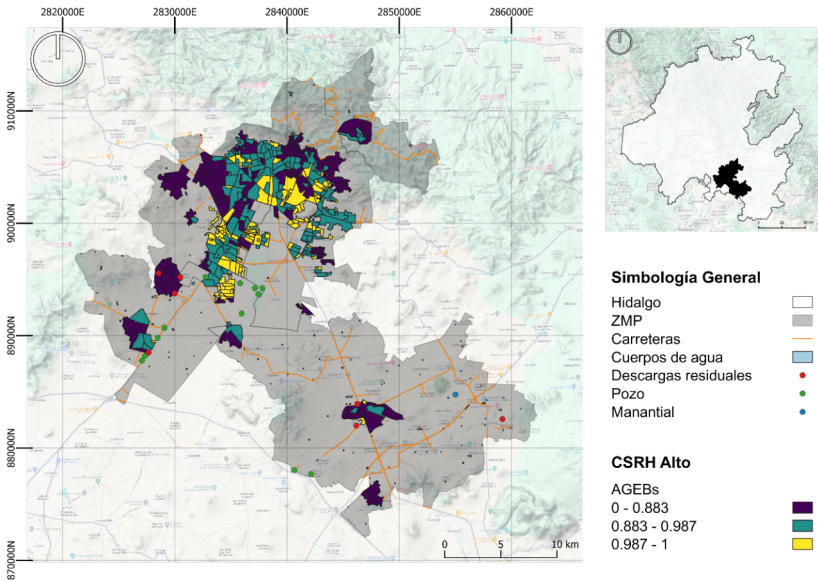
generalmente mediante bombeo. Además, estos hogares carecen de los bienes necesarios para buscarlo (como se muestra en el mapa), es decir, que posiblemente estén condicionados a realizar acarreos utilizando otros medios distintos; uso del automóvil o compra de pipas; agua embotellada o recurriendo a redes familiares cercanas con una mejor condición; este es el caso de colonias como Cerro de Cubitos, La Raza, Unidad Minera 11 de Julio, El Arbolito y La Española, conocidas colectivamente como los barrios altos.

Figura 5. Representación temática de la dimensión “Bienes”, para la Zona Metropolitana de Pachuca, 2020



Fuente. Elaboración propia con base en microdatos del Censo de Población y Vivienda 2020, procesamiento propio realizado en el Laboratorio de microdatos del INEGI (2024).

Figura 6. Representación temática de la dimensión “CSRH”, para la Zona Metropolitana de Pachuca, 2020.



Fuente. Elaboración propia con base en microdatos del Censo de Población y Vivienda 2020, procesamiento propio realizado en el Laboratorio de microdatos del INEGI (2024).

La figura 6, muestra la distribución espacial del indicador de la condición socio-habitacional respecto al recurso hídrico “CSRH” para los niveles altos, es decir, aquellas áreas que presentan las mejores condiciones según el análisis realizado en este trabajo. El objetivo es destacar las zonas que aún carecen de una disponibilidad del recurso, contrastándolas con aquellas que muestran las mejores condiciones en todas las dimensiones hídricas consideradas en este trabajo. Destacan en el grupo de las mejores condiciones las colonias Bosques del Peñar, Unión Chacón, Real del Valle, Zona Plateada, y Valle de San Javier, entre otras. Es paradójico (sobre todo por la cercanía espacial) observar que estas colonias colindan, a su vez, con áreas que obtuvieron los resultados más bajos en el presente análisis, como Cerro de Cubitos, La Raza, Unidad Minera 11 de Julio, San Cayetano el Bordo, y Santa Julia.

Además, llaman la atención las colonias ubicadas en la periferia de la mancha urbana, que también presentan los niveles más bajos, como Las Palmitas, Santiago Tlapacoya, La Antorcha, Ramos Arizpe, Campo

de Tiro, Centro, El Arbolito, La Española, Azoyatla de Ocampo, y San Guillermo la Reforma, entre otras (polígonos vectoriales de color morado).

Por otro lado, la localidad de Acayuca, perteneciente al municipio de Zapotlán de Juárez, no presenta contrastes; toda su área urbana se encuentra en el nivel más bajo de los resultados, a pesar de estar cerca de la carretera principal México-Pachuca y cercana a seis pozos de agua.

Este análisis podría revelar algunos patrones de desigualdad y segregación espacial en la disponibilidad y acceso al recurso a nivel urbano. Las colonias con mejores condiciones se encuentran concentradas en áreas privilegiadas, con una notable mayor accesibilidad a este y demás servicios. Por otro lado, las colonias ubicadas en la periferia urbana e incluso aquellas que colindan con las áreas más favorecidas, muestran diferentes condiciones, reflejando una falta de acceso a recursos que podría impactar directamente en la calidad de vida de sus habitantes y que no necesariamente justifican estas desigualdades por las características geográficas o de relieve del terreno o por la densidad poblacional.

Se puede observar un tipo de segregación que no solo se manifiesta en la disparidad de acceso a servicios, sino que también podría perpetuar la desigualdad socioeconómica, por las implicaciones que conlleva el recurrir al acarreo, la compra de agua embotellada (incluso recurrir a las redes de huachicoleo)³. También está demostrado que las colonias mejor posicionadas tienden a atraer más inversiones y oportunidades, mientras que las áreas menos favorecidas tienden a quedar marginadas, atrapando a sus habitantes en un *ciclo intergeneracional* de carencias y falta de oportunidades (Bayón, 2008).

Conclusiones

Los retos del cambio climático están tomando preponderancia en diversas políticas internacionales y nacionales, por sus repercusiones sin precedentes en diferentes facetas y problemáticas urbanas, ambientales, culturales y económicas. Si bien este fenómeno es princi-

3 El término huachicol o huachicoleo del agua, es un término que ha sido referido como símil a la extracción ilegal de combustible de los ductos de hidrocarburos, fenómeno acontecido en años recientes. Y se refiere de igual forma a la explotación, uso o aprovechamiento de aguas nacionales de forma ilegal o sin el título de concesión o asignación, que va desde la perforación de tuberías hasta la explotación ilegal o perforación de pozos e involucra también la distribución y traslado clandestino de este recurso. Ante esta problemática y el aumento de tomas clandestinas, se han modificado normativas y realizado reformas fiscales para sancionar de forma legal (Almaraz, 2024; Expresión Política, 2022).

palmente un cambio antropogénico como ya bien han señalado algunos autores (Pardo, 2010), por los distintos modelos hegemónicos en el uso energético, los usos de suelo y las formas de urbanización; transporte, producción y consumo (Pardo, 2010, p. 4), también es indispensable entender cómo, agregado a estos fenómenos, se acentúan otros factores que acompañan a la pobreza y la desigualdad socio-territorial.

Es en este eje en el que se vislumbran las distintas problemáticas relacionadas al recurso hídrico, en sus múltiples dimensiones y escalas de análisis, así mismo con sus variados impactos. En el caso de las diferentes crisis hídricas y problemas hidráulicos a nivel de infraestructura y gestión, no son necesariamente derivados de los cambios climáticos, y es algo que merece la pena reflexionar a la par de los resultados que ya muestran distintas investigaciones (de las cuales se señalan algunas en este trabajo). Diferentes problemáticas asociadas y las cada vez más recurrentes crisis hídricas se agudizan porque son acompañadas de esquemas y procesos complejos de desigualdad territorial, los cuales se acentúan principalmente en regiones urbanas y para el año 2030 (en México) se proyecta representarán a más del 80% de la población.

En este trabajo se muestran dos escenarios, uno a nivel metropolitano (González, 2012), en el que se encuentran desigualdades alarmantes con relación a la situación hídrica a nivel de cuencas regionales y acueductos versus la distribución de asentamientos humanos urbanos. La relación paradójica es que a nivel de agua renovable y de uso público (no se consideró el análisis de otros usos) las regiones principalmente metropolitanas presentan una disposición crítica del recurso hídrico, cuencas con alto estrés hídrico, con alta presión y demanda, como también mantos acuíferos contaminados. Agregado a este tipo de escala, se realizó un acercamiento a la situación local (González, 2012), mediante el análisis de cuatro dimensiones fundamentales del recurso hídrico: abastecimiento, equipamiento, bienes socio-habitacionales, hacinamiento y saneamiento, para el caso específico de la Zona Metropolitana de Pachuca (por su relevancia regional y urbana con la Región megalopolitana del Centro de México) con los mayores problemas sobre disponibilidad de agua renovable y mayor demanda de uso público del recurso hídrico, con cifras que rebasan el promedio nacional.

Si bien, los indicadores óptimos son los avances en el abastecimiento habitacional, medidos con la variable de “agua entubada dentro de la vivienda”, se identificaron otros problemas de desigualdad a nivel urbano que requieren analizarse con mayor énfasis. Existen espacios intraurbanos con las mayores desigualdades socio territoriales y no

se encuentran distribuidos aleatoriamente en la ZMP, sino que presentan una característica asociada a esquemas de pobreza y de rezago social, es decir, se localizan de igual forma en colonias de alto rezago socio habitacional y económico separadas en ocasiones por una calle de colonias con las mejores condiciones de acceso al recurso hídrico socio habitacional o público. Lo anterior indica que nos enfrentamos a esquemas complejos de segregación y de pobreza que ahora se asocian a otra dimensión: la carencia y desigualdad frente al recurso hídrico.

Esta desigualdad también se expresa de forma distinta, según escalas geográficas, a nivel estatal se dibujan dos polos: 1. uno situado al norte, noreste, con municipios ubicados con alto rezago social (CONEVAL, 2020), con alto porcentaje de agua renovable y cuencas óptimas, y; del sur sobresalen las áreas urbanas con indicadores bajo de rezago social, con alta presión hídrica y acuíferos sobreexplotados; 2. A nivel local, no obstante estas condiciones geográficas de cuencas y microcuencas, paradójicamente los municipios del norte y noreste son los que tienen los mayores rezagos en las dimensiones de abastecimiento, y así mismo a nivel metropolitano se muestra que existen grandes desigualdades socio territoriales hídricas en el espacio urbano, lo cual es indicativo de que el derecho universal al recurso hídrico es inexistente y que urge a explorar otro tipo de causales además de las crisis hídricas y climáticas.

Bibliografía

- Almaraz, L. (2024). Huachicoleo de agua ¿Qué es y cómo funciona el tráfico de agua? La Razón. <https://n9.cl/dbw82>
- Banco Mundial. (2023). Desarrollo urbano. Banco Mundial. R <https://n9.cl/l38mw>
- Barton, J. R. (2009). Adaptación al cambio climático en la planificación de ciudades-regiones. *Revista de Geografía Norte Grande*, (43), 5-30.
- Bayón, M. C. (2008). Desigualdad y procesos de exclusión social: Concentración socioespacial de desventajas en el Gran Buenos Aires y la Ciudad de México. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 23(1), 123-150.
- Bellot, R., y Fiscarelli, D. (2020). Vivienda sustentable: Una discusión sobre el manejo eficiente del uso del agua en instalaciones domiciliarias. Caso de estudio: Santa Fe, Argentina. *Revista Hábitat Sustentable*, 10(1), 68-81.

- Carvajal, A., Rísquez, A., Echezuría, L., Fernández, M., Castro, J., y Aurentis, L. (2019). Recomendaciones sobre el consumo de agua y alimentos en circunstancias especiales. *Artículo de Revisión, Comisión de Epidemiología, Sociedad Venezolana de Infectología*, 30(1).
- Comisión Nacional del Agua. (2017). Programa Nacional para Captación de Agua de Lluvia y Ecotecnias en Zonas Rurales (PROCAPTAR). <https://lc.cx/4JIUd5>
- Comisión Nacional del Agua. (2022). Estadísticas del Agua en México 2021. <https://shre.ink/DQTT>
- Comisión Nacional del Agua. (2022). Sistema Nacional de Información del Agua (SINA). <https://lc.cx/aQlvU9>
- Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos. (1917). *Última reforma 08/02/2012*.
- Diario Oficial de la Federación. (2010). Acuerdo por el que se determina la circunscripción territorial de los organismos de Cuenca de la Comisión Nacional del Agua. <https://lc.cx/6JBXwv>
- Diario Oficial de la Federación. (2023). Ley General de Aguas Nacionales [LAN], (párrafos retomados, última reforma).
- Domínguez, J., y López, C. (2023). *Agua y ciudades*. El Colegio de México.
- El Economista. (2023). Suministro de agua por habitante anotó su peor nivel en 24 años en 2020. El Economista. <https://lc.cx/ZvV0eX>
- Expresión Política. (2022). Huachicoleo de agua: el robo clandestino del líquido. Expansión Política. <https://n9.cl/pgmmb>
- González A., (2023) *El Abasto diferenciado de agua en un espacio segregado de la periferia urbana y su relación con los procesos de desigualdad social e injusticia hídrica. El caso de la colonia tercera grande en San Luis Potosí, S. I. P. 2000-2022* [Tesis de grado, El Colegio de San Luis].
- González, A. (2012). La dimensión regional del abastecimiento de agua y drenaje de la zona metropolitana del Valle de México: Cuatro cuencas hidrológicas vinculadas artificialmente. En A. Ziccardi, (ed.). *Ciudades del 2010: Entre la sociedad del conocimiento y la desigualdad social* (pp. 375-401). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Howard, G., Bartram, J., y World Health Organization. (2003). *Domestic water quantity, service level and health*. World Health Organization.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2000). *Indicadores de hogares y familias por entidad federativa*.

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI]. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020: Cuestionario Básico*.
- Instituto Nacional de la Infraestructura Física Educativa [INIFED]. (2022). *Volumen 5: Instalaciones de servicio, tomo II: Instalaciones hidrosanitarias*.
- Landa, R., Siller D., Gómez R. y Magaña V. (2011) *Bases para la Gobernanza Hídrica en condiciones de Cambio Climático experiencia en ciudades del sureste de México*. ONU
- Lanfranchi, G., Verdecchia, C., y Bidart, M. (2017). ADN Urbano-Aglomerado Gran Buenos Aires (AGBA). *Documento de Políticas Públicas/Recomendación*, (183).
- Latargère, J. (2023). Las desigualdades en el ámbito hídrico: Hacia un concepto más integral de justicia hídrica. En D. Murillo Licea, (coord.). *Agua y pobreza en México* (pp. 42-62). CIESAS.
- Marinho, M., y Quiroz, V. (2018). *Estratificación social: una propuesta metodológica multidimensional para la subregión norte de América Latina y el Caribe*. CEPAL.
- Medina, C., Rodríguez, L., Morales, J., y Revollo, D. (2022). Spatial inequality of domestic water consumption in Mexico City. *Water Resources and Economics*, 40(1), 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.wre.2022.100210>
- Morris, A. (2018). *Historia de la forma urbana desde sus orígenes hasta la Revolución Industrial*. Editorial GG.
- Murillo Licea, D. (2023). *Agua y pobreza en México*. CIESAS.
- Narmilan, A., Puvanitha, N., Niroash, G., Sugirtharan, M., y Vassanthini, R. (2020). *Domestic water consumption pattern by urban households*. Drinking Water Engineering and Science Discussions.
- Organización Panamericana de la Salud. (2022). *Directrices de la OMS sobre vivienda y salud*. <https://doi.org/10.37774/9789275325674>
- Pardo, M., y Rodríguez, M. (2010). *Cambio climático y lucha contra la pobreza*. Siglo XX.
- Puyana, A. (2017). El retorno al extractivismo en América Latina: ¿Ruptura o profundización del modelo de economía liberal y por qué ahora? *Espiral (Guadalajara)*, 24(69), 73-113.
- Quintín, D. (2022). *Desplazamiento, degradación de los ecosistemas y extinción de prácticas culturales: Principales afectaciones del extractivismo*. Instituto de Investigaciones Sociales UNAM.
- Rondinel, D. R., y Sarmiento, J. M. (2020). Water: Consumption, usage patterns, and residential infrastructure. A comparative analysis of three regions in the Lima metropolitan area. *Water International*, 45(7-8), 824-846. <https://doi.org/10.1080/02508060.2020.1830360>

- Ruiz G. (2013). *Precursores de urbanismo en México*. Editorial Trillas.
- Secretaría de Desarrollo Agrario, Territorial y Urbano [SEDATU]. (2023). *Metrópolis de México 2020*. Gobierno de México.
- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT]. (2021). Volúmenes concesionados por tipo de uso y municipio, según fuente de abastecimiento. <https://lc.cx/sULtoE>
- Sobrino, J. (2023). *Dinámica demográfica y disponibilidad de agua en las principales ciudades de México*. El Colegio de México.
- UNESCO. (2020). *Informe Mundial de las Naciones Unidas sobre el Desarrollo de los Recursos Hídricos 2020: Agua y Cambio Climático*.
- Wagner, J., Rodríguez, E., y Sengupta, S. (2024). *La crisis del agua empeora en la Ciudad de México*. Times.