

DOI: 10.24850/j-tyca-15-01-05

Artículos

## **El acceso al servicio de agua y la vulnerabilidad al COVID-19: el caso de la Ciudad de México**

### **Access to water service and vulnerability to COVID-19: the case of Mexico City**

Gloria Soto-Montes-de-Oca<sup>1</sup>, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6370-2136>

G. Alfredo Ramirez-Fuentes<sup>2</sup>

Lessli A. Ramírez-Macario<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciencias Sociales, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, Ciudad de México, México / Honorary Research Fellow, Centre for Social Research on the Global Environment, School of Environmental Sciences, UK, [gsoto@cua.uam.mx](mailto:gsoto@cua.uam.mx)

<sup>2</sup>División de Economía, Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C. (CIDE), Ciudad de México, México, [grodecz.ramirez@cide.edu](mailto:grodecz.ramirez@cide.edu), [grodecz.ramirez@outlook.com](mailto:grodecz.ramirez@outlook.com)

<sup>3</sup>Licenciatura en Estudios Socio-Territoriales, Universidad Autónoma Metropolitana-Cuajimalpa, Ciudad de México, México, [lessli.ramirez.97@gmail.com](mailto:lessli.ramirez.97@gmail.com)



Autora para correspondencia: Gloria Soto-Montes-de-Oca,  
gsoto@cua.uam.mx

## Resumen

El acceso al servicio de agua en los hogares es fundamental para enfrentar la pandemia de COVID-19, sobre todo en contextos urbanos donde el riesgo aumenta por la cercanía social. En este artículo se exploran las relaciones entre el número de contagios de COVID-19 con la marginación de los hogares y los problemas de acceso al servicio de abasto de agua potable en la Ciudad de México, resaltando los patrones de distribución espacial. Se generó una base de datos a nivel de colonia con información oficial sobre el número de contagios, número de habitantes, índice de desarrollo social y acceso deficiente del abasto de agua. Se encontró que todas estas variables tienen un efecto significativo sobre el número de casos que se registran en las colonias. En particular, el deficiente acceso al servicio de agua aumentó en al menos 17 % el número de casos de contagio de COVID-19 durante el periodo de estudio.

**Palabras clave:** acceso al agua, COVID-19, Ciudad de México, desarrollo social, distribución espacial.

## Abstract

Domestic water supply is essential for coping with the COVID-19 pandemic, particularly in urban contexts where social proximity increases



the risk of infection. This article explores the association between the number of COVID-19 cases in marginalized households, and access to water supply in Mexico City, highlighting spatial distribution patterns. A neighbourhood database was created using official information on the number of COVID-19 infections, the population, the Social Development Index, and inadequate water supply. Results show that these variables significantly affect the number of COVID-19 infections registered in neighbourhoods. Moreover, inadequate water supply increased the number of COVID-19 cases by at least 17 % during the period under study.

**Keywords:** Water access, COVID-19, Mexico City, social development, spatial distribution.

Recibido: 08/11/2021

Aceptado: 20/06/2022

Publicado online: 19/07/2022

## Introducción

La pandemia por COVID-19, declarada el 23 de marzo de 2020, había provocado más de 4.4 millones de muertes en el mundo al 23 de agosto de 2021 (WHO, 2021). Las recomendaciones de la Organización Mundial de la Salud han orientado a los países a tomar medidas sanitarias que sirvan para controlar el virus y retrasar los contagios; una de las medidas

más utilizadas a nivel mundial fue la cuarentena, el aislamiento y, más recientemente, el uso de cubrebocas, para evitar que los contagios siguieran aumentando y los sistemas de salud colapsaran.

Las zonas urbanas concentran un 90 % de los contagios comunicados (ONU, 2020a; ONU, 2020b; ONU, 2020c). Esto no significa que todas las ciudades tengan el mismo comportamiento, pues a nivel global determinadas megalópolis han presentado peores indicadores de contagio, destacando las ciudades de Bruselas, París, Santiago de Chile, Estocolmo y la Ciudad de México (OECD, 2021). Existe evidencia de que en particular en las zonas más pobres de las ciudades registran la mayor vulnerabilidad (Aminjonov & Bargain, 2021; Khavarian-Garmsir & Sharifi, 2020). La relación entre pobreza y contagios de COVID-19 puede deberse a múltiples elementos, tales como la inminente necesidad de salir a trabajar y generar ingresos para sobrevivir, la pérdida de empleos, la falta de acceso a servicios de salud, problemas con el servicio de agua potable y transporte, y el acceso desigual a las tecnologías, entre otros (Merino, Valverde, & Ziccardi, 2020; Aminjonov & Bargain, 2021). En este sentido, el Informe sobre Desarrollo Humano 2020 ha destacado que las capacidades de las personas juegan un papel clave en la respuesta a la crisis del COVID-19, así como la importancia de reducir las presiones humanas sobre los ecosistemas (UNEP, 2019).

Aunque es sabido que los hogares urbanos que viven en condiciones de marginación registran más contagios, la pregunta es cómo los diferentes factores asociados con la marginación inciden en la vulnerabilidad. En particular, el acceso al servicio de agua potable se ha

destacado entre los elementos indispensables para reducir la vulnerabilidad frente al virus (Sivakumar, 2021; Neal, 2020).

Este artículo tiene el objetivo de explorar las relaciones entre el número de contagios de COVID-19 con la marginación de los hogares y los problemas de acceso al servicio de abasto de agua potable en la Ciudad de México, resaltando los patrones de distribución espacial. La estructura del artículo es la siguiente. En la sección 2 se explora la relación entre el acceso al agua para su uso doméstico y el COVID-19. En la sección 3 se describe la pandemia en México y la CDMX, haciendo énfasis en el servicio de agua. La sección 4 describe la metodología, con las fuentes de información y el procedimiento que se llevó a cabo para el análisis. Posteriormente, se presentan los resultados sobre los patrones de acceso ineficiente al servicio de agua y los casos de COVID-19, considerando elementos acerca de la distribución espacial de dichas variables. En el último apartado se reflexiona sobre la importancia del acceso adecuado del agua para atender la actual crisis de COVID-19 desde una perspectiva de resiliencia urbana.

## Relación entre el acceso al agua y los contagios de COVID-19

El acceso al agua se considera un derecho humano que cubre las necesidades básicas de cualquier hogar —aun sin pandemia—, pero el riesgo en la salud derivado del virus COVID-19 convierte al agua en uno de los vehículos fundamentales para evitar el contagio y asegurar la salud

humana (Chavez, McDonald, & Spronk, 2020; UNESCO, 2021). Tanto en los hogares como en los espacios públicos, la manera fácil de sanitizar es a través del agua y jabón. La gama de problemas que padecen los hogares con inseguridad hídrica en diversos contextos rurales y urbanos tienen implicaciones en el lavado de manos, la higiene de las personas y la vivienda; la posibilidad de tener distanciamiento físico, y por su puesto, en el estado emocional de los integrantes de la familia (Adams *et al.*, 2021). Aquellos hogares que han tenido acceso al servicio, en principio tienen mayor posibilidad de combatir el virus, pues tienen un medio asequible y seguro de sanitización. Sin embargo, los hogares que enfrentan problemas ven reducidas las posibilidades de lavarse las manos antes de comer o después de ir al baño, o de realizar otras actividades vinculadas con el agua dentro o fuera del hogar. Por ende, la carencia de este servicio se convierte en un factor que agudiza la vulnerabilidad de la vivienda y de sus moradores frente a la propagación de enfermedades contagiosas como la COVID-19 (Ortega *et al.*, 2021).

Un indicador de la importancia del agua durante la pandemia es el aumento del consumo de agua dentro de los hogares. Brikalski, De Luca, Henning, Kalbusch y Konrath (2020) analizaron los patrones de uso del agua en una ciudad de Brasil y encontraron que a partir de la declaración de la emergencia, el mayor aumento fue precisamente en el sector residencial (+11 %), frente a la fuerte contracción en otros sectores, como el industrial (-58 %). En México, Delgado-Escalera (2021) encontró un aumento en el consumo de agua doméstico del 2.8 % a partir del inicio de la declaración oficial de la pandemia en la ciudad de Monterrey, combinada con una disminución en la capacidad de pago de los usuarios.

De hecho, la baja en la recaudación fue un efecto de la crisis que ha sido reportado en diferentes estudios, con caídas entre 40 y 70 % (World Bank (2020), citado en Chavez *et al.*, 2020).

El saneamiento es un tema de preocupación vinculado con el manejo del agua, pues se reconoce que los virus que son excretados en heces, orina y vómito requieren de un manejo adecuado en las instalaciones sanitarias (Orta, 2022). Algunos estudios han analizado la carencia del servicio de drenaje como una variable que influye en la vulnerabilidad en la infraestructura de la vivienda ante la COVID-19, sobre todo considerando que existen municipios con una baja cobertura del servicio (Ortega *et al.*, 2021).

La condición de los hogares que tienen un acceso insuficiente al servicio de agua potable se ha mencionado como un área de preocupación, pero no se ha documentado el impacto específico que tiene sobre los contagios. Se sabe que el 27 % de los habitantes de las ciudades de países en desarrollo no tienen acceso a agua corriente (ONU, 2020a; ONU, 2020b, ONU, 2020c), además de que estudios especializados han analizado los problemas de abasto de agua en ciudades, no solamente por la falta de conexiones, sino por recortes prolongados del servicio y mala calidad del líquido (Adams *et al.*, 2021; Soto, 2008). También es necesario abordar el tema desde la desigualdades socioespaciales, dado que las condiciones de la provisión del servicio con frecuencia involucran una relación donde las periferias y áreas específicas de las ciudades están más vulnerables (UNEP, 2019). En este contexto, es relevante analizar el efecto del acceso inadecuado del servicio de agua potable con el número de casos de contagio de la COVID-19, donde se espera que la marginación

social aumente los casos, pero analizando los patrones que existen para aquellos hogares que tienen problemas de acceso al agua.

## La crisis de COVID-19 en México y la Ciudad de México

México es uno de los países más afectados por el virus de la COVID-19. Al 22 de agosto de 2021, el país había registrado 3 217 415 casos confirmados de COVID-19, con 252 927 muertes. El país ocupa así el puesto 15 a nivel mundial en contagios, junto con otros siete países en desarrollo y/o consideradas economías emergentes (India, Brasil, Turquía, Argentina, Colombia, Irán e Indonesia); aunque sube al cuarto lugar en número de muertes (después de EUA, Brasil e India) (Google Noticias, 2021). México ha aparecido en diversos estudios, donde se señalan aspectos que preocupan del manejo de la crisis (Macip, 2020; Aminjonov & Bargain, 2021). El gobierno mexicano implementó una serie de medidas, que incluyeron al inicio restricciones de viaje, distanciamiento social, cierre de escuelas y cierre de actividades no esenciales. La planificación del gobierno para la normalización de las actividades económicas utilizó un sistema de semáforos para los estados y municipios. La crisis económica llevó a que el PIB disminuyera 8.5 % en 2020, lo que ocasionó un fuerte impacto en el empleo de amplios sectores de la población (INEGI, 2021). Considerando que la vulnerabilidad a la crisis se asocia con la marginación, es relevante saber que en México el 41.9 % de la población del país estaba clasificada como niveles de pobreza

en 2018. Como era de esperarse, el porcentaje aumentó, alcanzando 43.9 % en 2020 (Coneval, 2021).

Algunos estudios han encontrado que los contagios han sido mayores entre los hogares que viven en condiciones de marginación. A nivel nacional, Ortiz-Hernández y Pérez-Sastré (2020) mostraron que vivir en un municipio con mayor marginación se relacionó con mayor riesgo de neumonía, defunción, hospitalización y muerte, además de que en términos geográficos tanto ser indígena como vivir en la región del sur aumentó la gravedad de COVID-19. Estas disparidades basadas en la localización geográfica y la etnicidad están íntimamente vinculadas con la desigualdad socioeconómica. En la Ciudad de México, Jaramillo-Molina (2021) encontró que las colonias más pobres de la ciudad multiplican por cinco veces la prevalencia de contagios respecto a las más ricas; mientras que 27 % de las colonias más pobres se encuentran entre las que más casos han acumulado, sólo 5 % de las más ricas están situación grave de contagios. Merino *et al.* (2020) analizaron de manera cualitativa algunos elementos que permiten observar la manera en que los factores de desigualdad en el empleo, las condiciones de habitabilidad de las viviendas en cuanto al hacinamiento, y la carga de trabajo de las mujeres, así como el acceso al agua afectan a diversas zonas de la ciudad que viven en condiciones de marginación; resalta la importancia de la cohesión y redes sociales para afrontar la crisis entre los estratos más vulnerables.

En términos del acceso al agua, México presenta problemas a pesar de que tiene una amplia cobertura del servicio de agua potable —95.3 % de las viviendas— (Conagua, 2018). Según la Encuesta Nacional de Ingresos y Gasto de los Hogares, solo el 70.2 % de los hogares recibe

agua diariamente, mientras que el 16 % la recibe cada tercer día; 13.8 % la recibe dos veces por semana, una vez por semana o de vez en cuando; en tanto que 6.6 % de los hogares (2.3 millones) no la recibe y la consigue acarreándola de otra vivienda, de una llave pública, de pozos, ríos, arroyos, lagos o lagunas, o la obtienen mediante pipas (INEGI, 2021a). Estos datos coinciden con una encuesta de la Comisión Nacional del Agua (Conagua) en hogares urbanos (CIDE & Conagua, 2012), que encontró que aproximadamente 30 % de los hogares urbanos enfrentan problemas de tandeos, pero además agrega que tales hogares reciben agua solamente siete horas a la semana en promedio. Es decir, aquellos hogares que reciben agua pocas horas a la semana están altamente vulnerables ante la amenaza de la COVID-19.

Según la *Gaceta Oficial de la Ciudad de México*, se tienen registradas 277 colonias que sufren tandeos o recortes del servicio (GOCDMX, 2020), mientras que 72 colonias en la alcaldía de Iztapalapa son condonadas del pago (GOCDMX, 2020a), porque se considera que el suministro es insuficiente para satisfacer las necesidades de los usuarios. Ambos grupos muestran mayor vulnerabilidad por su acceso irregular al servicio de abasto de agua. Las gacetas no describen las características específicas de los tandeos o las razones de las condonaciones, de manera que no se sabe la gravedad de los tandeos o, quizás problemas de mala calidad del agua. Según un estudio desagregado de la Procuraduría Ambiental y del Ordenamiento Territorial (PAOT) (Soto, 2008), los tandeos cambian de intensidad, pues mientras en Álvaro Obregón se recibía agua en promedio 63 horas a la semana según datos de 2008, en Tlalpan era 35 horas en promedio, en Iztapalapa 20 horas en promedio, y en Tláhuac y Milpa Alta

sólo 14 horas a la semana. Además, en ese estudio se encontró que la población más pobre era más propensa a obtener una distribución desigual del líquido, pues alrededor de 60 % de las personas que habitan en estas colonias tenían ingresos menores a dos salarios mínimos mensuales. Los hogares que sufren tandeos o reciben mala calidad del líquido enfrentan costos tanto monetarios como en tiempo. En estos casos, los hogares tendrían que recurrir a prácticas de almacenamiento, buscar otras fuentes de abastecimiento de agua —incluyendo la compra de agua de pipa—, comprar agua embotellada y en ocasiones acarrear agua (Soto, 2007). Aunque también es importante reconocer que algunos hogares que enfrentan tandeos del servicio podrían resolver el problema a través del almacenamiento en cisternas y tinacos.

En la CDMX se registraron cerca de 870 518 casos de COVID-19 al 22 de agosto de 2021, que corresponden al 27 % del total de casos nacionales. El porcentaje de casos parece alto si se considera que en la CDMX vive solo el 4.5 % de la población nacional (9.2 millones de personas) (INEGI, 2020), pero como se mencionó antes, esto podría explicarse debido al tipo de riesgo que aumenta con la cercanía social, lo que lleva a que los casos se concentren en zonas urbanas. De cualquier forma, la Ciudad de México se destaca a nivel internacional, junto con otros tres casos, por peores indicadores de contagio (OECD, 2021).

En materia de acceso al servicio de agua potable, Mazari-Hiriart, Merino-Pérez, Pérez-Jiménez y Rodríguez-Izquierdo (2020) analizaron espacialmente las desigualdades en torno a la COVID-19 en la CDMX, para conocer cómo la disponibilidad del agua y el nivel de hacinamiento en los hogares incidían en la distribución de la COVID-19 en la ciudad. En los

resultados indican que no encontraron relaciones fuertes ni en una variable ni en otra, aunque sí descubrieron los patrones esperados para las alcaldías de Xochimilco, Milpa Alta y Tlalpan. A este estudio nos referiremos en la discusión para observar las diferencias con nuestro análisis.

## Metodología

Con el fin de estimar los posibles efectos asociados con deficiencias en el abasto de agua de los hogares sobre los casos de contagio de COVID-19, se propuso analizar de forma sistemática la información pública disponible sobre las condiciones de suministro del servicio de agua potable y los contagios de COVID-19, para lo cual se recurrió a la base de datos histórica de casos de COVID-19 en la Ciudad de México a nivel colonia del Portal de Datos Abiertos de la CDMX (2021). En la Tabla 1 aparecen los diferentes datos que se utilizaron para el estudio. A continuación se describe las consideraciones que se hicieron para procesar la información.

**Tabla 1.** Datos espaciales a nivel de colonia para explorar la relación entre casos de COVID-19 y acceso al agua.

<b>Datos</b>	<b>Codificación para regresión</b>	<b>Resolución</b>	<b>Fuente</b>
Contagios de COVID-19	Logaritmo natural de la variable continua de casos agrupados en periodos de dos semanas	Colonia	CDMX (2021)
Colonias con servicio deficiente de agua (tandeo, condonación)	Servicio deficiente = 1 Otro = 0	Colonia	GOCDMX (2020), GOCDMX (2020a), Betanzos (2018)
Índice de desarrollo social	IDS alto = 0 IDS medio = 1 IDS bajo = 1 IDS muy bajo = 1	Colonia	Sideso (2021), complementado con Conapo (2010)
Población total	Logaritmo natural de la variable continua	AGEB, para calcular datos a nivel de colonia	INEGI (2020) y datos.gob.mx

La información se organizó a partir del número de casos de COVID-19 por colonia entre el 29 de junio de 2020 y el 7 de febrero de 2021, agrupados en sucesivos periodos de dos semanas. Esta agrupación de casos para dos semanas se dio considerando que los casos permanecen activos para un periodo de 15 días según la misma fuente. Se calculó la

suma total de casos reportados durante el periodo completo, el cual resulta ser inferior al realmente ocurrido, pues según se advierte en los reportes oficiales, la publicación de cada periodo de dos semanas excluye el número de casos menores a seis. En la base de datos se registran 252 772 casos de un total de 523 333 casos que se suponía que estaban reportados para el 7 de febrero de 2021 (Gobierno de la Ciudad de México, 2021). Debido a que los registros por colonias se publicaron a partir del 29 de junio, entonces en el periodo estudiado se había registrado un total de 466 952 casos; es decir, en esta base de datos hay un subregistro de 214 180 contagios. En principio, estos casos no se reportan por protección de datos personales, pero debieron estar distribuidos en colonias que presentaban menos de seis casos en los periodos de dos semanas.

En la base de datos se incluyó una variable dicotómica que permitiera identificar a las colonias con deficiente servicio de agua potable en los hogares, bien porque las colonias tuvieran abasto de agua con tandeo o tuvieran condonación de pago por el servicio. La información provino de las gacetas oficiales de la CDMX para el caso de tandeos (GOCDMX, 2020) y condonación (GOCDMX, 2020a). En el primer caso se incluyen 277 registros de colonias de diez alcaldías que reciben el agua por tandeo, sin especificar sus características puntuales de los recortes, solo haciendo referencia a que la autoridad aplicará la cuota fija en el cobro del servicio. En el segundo caso se incluyen 72 colonias, todas en la alcaldía de Iztapalapa, que son condonadas del pago, porque se considera que el suministro es insuficiente para satisfacer las necesidades de los usuarios. Otra fuente de información sobre los casos de tandeo fue el listado de colonias enunciadas en un punto de acuerdo, aprobado por la Diputación

Permanente de la Asamblea Legislativa del Distrito Federal para solicitar condonar el pago a 65 colonias de las alcaldías Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras, por considerar que presentaban problemas graves de escasez (Betanzos, 2018). Esto implica que dentro de estos registros se incluyeron colonias con recortes del servicio, probablemente algunas con problemas de calidad del agua, y otras con recortes y además mala calidad del líquido.

Para tener la opción de capturar posibles efectos derivados de las diferencias entre colonias con distintos niveles de marginación, en la base de datos se incluyó el índice de desarrollo social (IDS) por colonia, reportado por la Secretaría de Inclusión y de Bienestar Social de la Ciudad de México para el año 2010, agrupado en cuatro categorías: alto, medio, bajo y muy bajo (Sideso, 2021). El IDS busca medir las necesidades básicas insatisfechas a partir de información sobre la calidad y espacio de la vivienda, donde se incluye de hecho el acceso al servicio de agua, junto con otros elementos, como el drenaje y excusado; la adecuación energética; el acceso a Internet; telefonía; el rezago educativo; y el acceso a los servicios de salud y a la seguridad social (CDMX, 2021). Debido a que algunas colonias con tandeo o incluidas en los reportes de COVID-19 no aparecían en este registro, se procedió a estimar tales faltantes, asignando el nivel relativamente equivalente del índice de marginación de las áreas geoestadísticas básicas (AGEB) relacionadas con dichas colonias, preparado por el Consejo Nacional de Población (Conapo) para el año 2010.

Asimismo, se incluyó la población total actualizada de cada colonia. Para esta estimación se recurrió a la información proporcionada por el

Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI), procedente del Censo de Población y Vivienda, levantado durante el primer trimestre de 2020. De su marco geoestadístico se tomó la cobertura cartográfica de manzanas urbanas agrupadas por AGEB, que se combinó con la cobertura cartográfica de los límites de colonias disponible para el año 2019 en el portal de datos abiertos de México (datos.gob.mx). Ambas coberturas cartográficas, desplegadas en un Sistema de Información Geográfica (SIG), permitieron ajustar las sobreposiciones de manzanas a todos los límites de colonia.

Como resultado de este ejercicio cartográfico se delimitaron 1 803 colonias, con estimación del número de habitantes en 2020, con una población total de 9 130 334 pobladores, 0.86 % inferior al reportado por el Censo de Población y Vivienda 2020 para la Ciudad de México (9 209 944 habitantes), posiblemente derivado de algunas imprecisiones en el trazo de colonias disponible. El análisis estadístico de datos consideró la gran heterogeneidad del tamaño de las colonias en cuanto al número de habitantes, dado que la denominación "colonia" abarca desde un conjunto habitacional, colonia propiamente dicha, fraccionamiento, unidad habitacional, barrio o un pueblo.

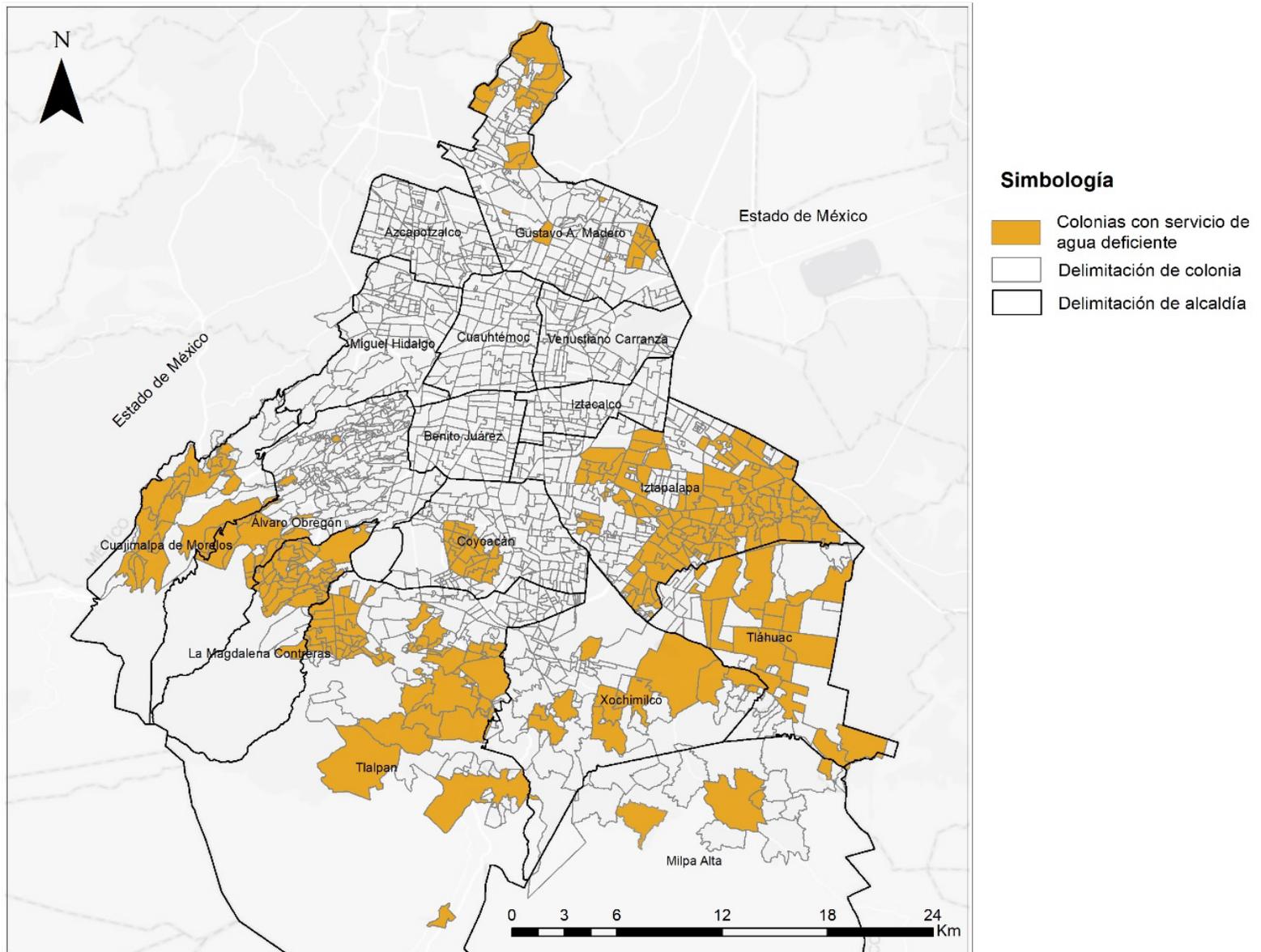
Con el propósito de hacer comparable los resultados entre colonias, el análisis de datos se refiere al número de contagios por cada 10 000 habitantes. Aunque la unidad básica de observación del estudio es la colonia, la mayoría de los resultados se presentan a nivel de alcaldía. El manejo de datos se apoyó en el programa estadístico SPSS tanto para el cálculo de estadísticas descriptivas como para los análisis de regresión necesarios para sujetar a prueba diferentes posibles formas de relación

entre la variable sobre casos activos con el servicio deficiente de agua. La variable de control fue el grado de IDS (índice de desarrollo social) por colonia.

## Resultados

A fin de explicar los posibles impactos del acceso al agua en los casos de contagio de COVID-19, primero es preciso examinar algunas características de los patrones de tandeo y condonaciones que se encontraron para la Ciudad de México (CDMX). Un total de 334 colonias presentó un abasto deficiente, que equivale al 18 % del total de colonias en la CDMX. En estas colonias viven alrededor de 2.6 millones de personas, equivalente al 29 % de la población total registrada en el estudio. Es importante recordar que no existe información oficial pública sobre los patrones de dicho tandeo y/o mala calidad para saber en qué medida el acceso a agua suficiente en cantidad y calidad pudo comprometer las medidas de higiene necesarias para protegerse contra el virus. Tampoco hay información sobre otros indicadores, como el almacenamiento o los hábitos de higiene dentro del hogar, los cuales pueden influir también en los contagios. Sin embargo, como a continuación se muestra, el indicador de ineficiencia del servicio prueba que el acceso restringido al agua tiene efectos sobre los contagios.

Las ineficiencias del servicio de agua presentan una distribución espacial que afecta sobre todo a las colonias de la periferia del sur y la zona oriente de la ciudad (Figura 1).



**Figura1.** Colonias con servicio de agua deficiente. Fuente: elaboración propia, con datos de GOCDMX (2020), GOCDMX (2020a), Gobierno de la Ciudad de México (2021), e INEGI (2021).

Diez alcaldías tienen colonias con problemas; 113 colonias se encuentran en Iztapalapa; 65, en Tlalpan; 40, en Magdalena Contreras; 29, en Gustavo A. Madero; 23, en Cuajimalpa; 21, en Tláhuac; y 19, en Coyoacán. Las alcaldías con mayor porcentaje de su población con tandeos son Iztapalapa con 33.8 %, Tlalpan con 19.5 % y Magdalena Contreras con 12 %. Aunque cuatro alcaldías concentran casi la mitad de la población que experimenta problemas del servicio en la ciudad: Iztapalapa (16.2 %), Álvaro Obregón (13.7%), Gustavo A. Madero (12.8%) y Tlalpan (9.8 %). En contraste, seis alcaldías totalmente urbanizadas no tienen ninguna colonia que esté reportada con problemas (Tabla 2).

**Tabla 2.** Indicadores de colonias que presentan servicio ineficiente por alcaldía.

Alcaldía	Número de colonias	Núm. de colonias con servicio ineficiente	Núm. de habitantes con servicio ineficiente	% de población con servicio ineficiente respecto al total
Álvaro Obregón	249	13	101 293	3.9
Azcapotzalco	111	0	0	0.0
Benito Juárez	64	0	0	0.0
Coyoacán	153	19	187 055	5.7
Cuajimalpa de Morelos	43	23	128 521	6.9
Cuauhtémoc	64	0	0	0.0
Gustavo A. Madero	232	29	193 905	8.7
Iztacalco	55	0	0	0.0
Iztapalapa	293	113	1 066 987	33.8
Magdalena Contreras	52	40	220 903	12.0
Miguel Hidalgo	87	0	0	0.0
Milpa Alta	12	3	38 905	0.9
Tláhuac	58	18	170 630	5.4
Tlalpan	178	65	379 423	19.5
Venustiano Carranza	80	0	0	0.0
Xochimilco	80	11	164 976	3.3
<b>Total</b>	<b>1 811</b>	<b>334</b>	<b>2 652 598</b>	<b>100</b>

Fuente: elaboración propia con datos de GOCDMX (2020), GOCDMX (2020a), Gobierno de la Ciudad de México (2021) e INEGI (2021a).

El acceso ineficiente al servicio se da en zonas caracterizadas por la escasez y mala calidad de fuentes de agua, sobre todo Iztapalapa, así como en la periferia del sur con suelo de conservación, donde irónicamente existe mayor abundancia de fuentes naturales, como Tláhuac, Tlalpan, Magdalena Contreras, Álvaro Obregón y Cuajimalpa. Es importante mencionar que la publicación del Sistema de Aguas de la Ciudad de México (Sacmex), a través de las gacetas oficiales, sobre las colonias con tandeos y condonadas deja dudas respecto a la existencia de tandeos en otras colonias más periféricas de la ciudad de esas alcaldías con suelo de conservación, particularmente en Milpa Alta.

Para el periodo estudiado, 253 colonias no están incluidas en la base de datos de COVID-19, porque registraron menos de seis casos por quincena. La mayoría de estas colonias están clasificadas con un nivel de IDS alto (39 %), en contraste con las colonias en un nivel de IDS muy bajo (8.3 %). El análisis que a continuación se presenta sobre la relación de casos de COVID-19 con indicadores de desarrollo social y tandeos del servicio de agua es considerando el subgrupo de población que presentó más de cinco casos en sucesivas quincenas en el periodo de estudio.

Durante el periodo de estudio se reportaron 1 558 colonias con más de cinco casos de contagio de COVID-19 con una población total de 8.85 millones de habitantes. Este subgrupo es heterogéneo en términos de desarrollo social; 16.7 % se clasifica en el IDS muy bajo, 35.8 % en el IDS bajo, 26.9 % en el IDS medio y 20.5 % en el IDS alto. Sin embargo, el 87 % de las colonias que están afectadas por problemas de tandeos presenta niveles bajos y muy bajos de desarrollo social (chi cuadrado 0.000) (Ver Tabla 3).

**Tabla 3.** Indicadores de las colonias que presentaron casos de COVID-19 durante el periodo para grupos agregados por IDS.

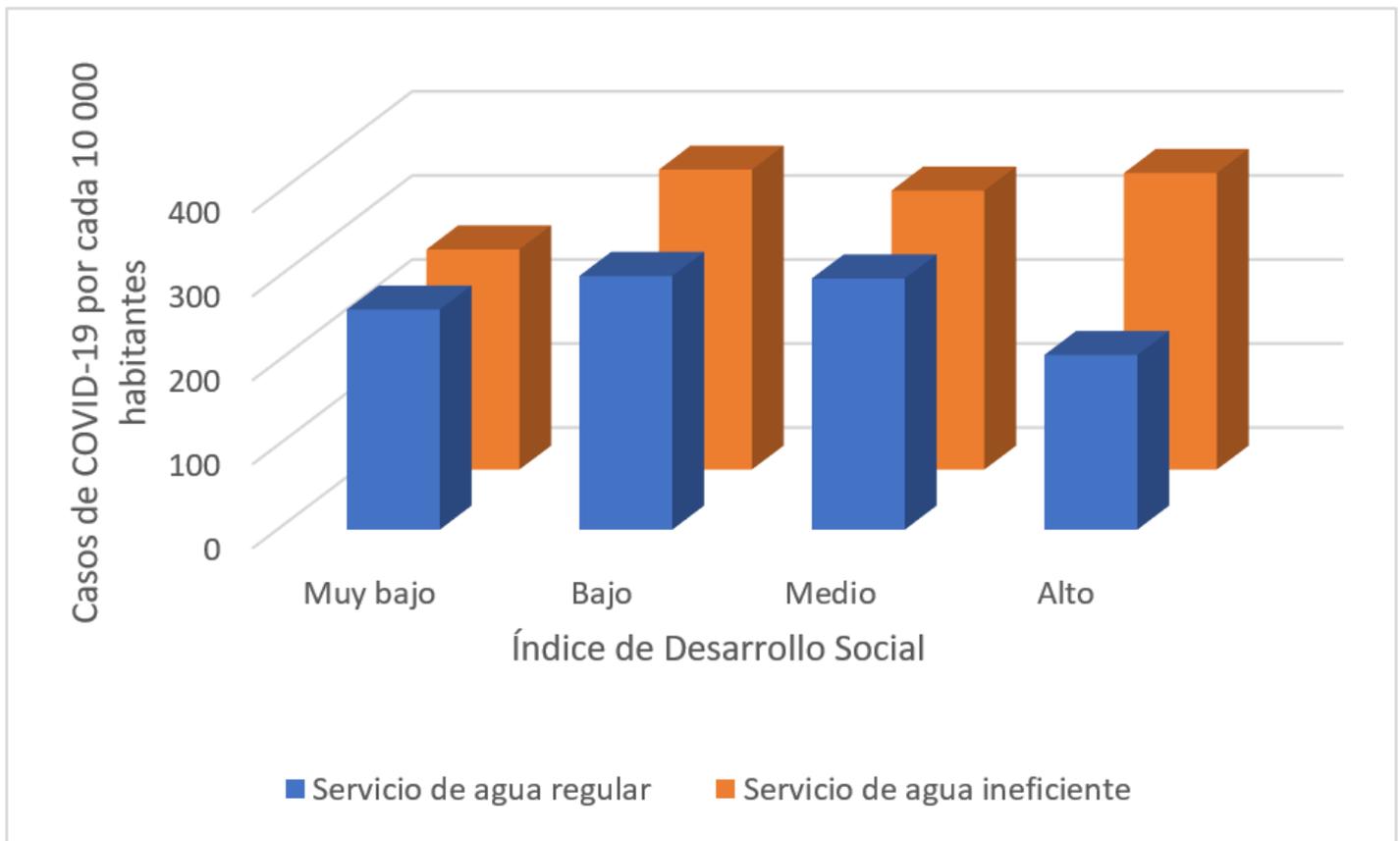
	<b>IDS muy bajo</b>	<b>IDS bajo</b>	<b>IDS medio</b>	<b>IDS alto</b>
Porcentaje de población	16.7 %	35.8 %	26.9 %	20.5 %
Porcentaje de colonias servicio ineficiente	35 %	52.7 %	9.6 %	2.7 %
Casos de COVID-19 por cada 10 000 habitantes	Media 262	Media 326	Media 303	Media 211
Casos de COVID-19 por cada 10 000 habitantes para colonias con servicio ineficiente	Sin problemas: 262 Servicio ineficiente: 262 Diferencia en casos: 0	Sin problemas: 302 Servicio ineficiente: 357 Diferencia en casos: 55	Sin problemas: 299 Servicio ineficiente: 332 Diferencia en casos: 33	Sin problemas: 208 Servicio ineficiente: 353 Diferencia en casos: 55

El nivel de desarrollo social de las colonias tiene un importante papel en el número de casos de contagio de COVID-19. Como se esperaba, y ha sido documentado por otros estudios (Jaramillo-Molina, 2021), las

colonias con mayor IDS presentan el menor número de contagios por cada 10 000 habitantes: 211 casos. En cambio, las colonias con IDS bajo y medio presentan la mayor tasa de contagio: 326 casos y 302 casos por cada 10 000 habitantes, respectivamente (Tabla 3). Las colonias clasificadas con un IDS muy bajo tuvieron una media de 262 casos por cada 10 000 habitantes, que si bien es mayor que aquellas con IDS alto, es menor que en colonias con IDS bajo y medio, lo cual parece no ajustarse a lo esperado. Esto mostraría que la población más marginada presenta menos casos en términos relativos que aquella con niveles menos agudos de marginación. Una hipótesis es que los casos de COVID-19 hubieran tenido una tendencia a no reportarse sobre todo en las zonas con mayores niveles de marginación. Sin embargo, es un tema que debe investigarse e, incluso como se explicará posteriormente, algunos estudios han encontrado ciertos patrones vinculados con el grado de movilidad de los hogares más marginados.

Los contagios de COVID-19 aumentan en las colonias en donde se tiene acceso ineficiente al servicio de agua potable. En términos agregados, se encontró una media de 271 casos de contagio por cada 10 000 habitantes en colonias sin problemas con el servicio y de 319 casos en aquellas con problemas de servicio. Sin embargo, para considerar el efecto del nivel de desarrollo social, se encontró que el número de casos de contagio se incrementa en las colonias con problemas de acceso al servicio en tres de los cuatro grupos (Figura 2): para el IDS bajo aumenta en promedio 55 casos por cada 10 000 habitantes (302 versus 357 casos) en colonias con servicio ineficiente; para el IDS medio sube en promedio 33 casos (299 *versus* 332), y para el IDS alto se eleva en promedio 44

casos (208 *versus* 352). El único grupo de colonias que no presenta diferencia entre colonias con y sin problemas del servicio es el IDS muy bajo, ambos con 262 casos por cada 10 000 habitantes, pero que, como se explicó antes, no sigue el patrón esperado.



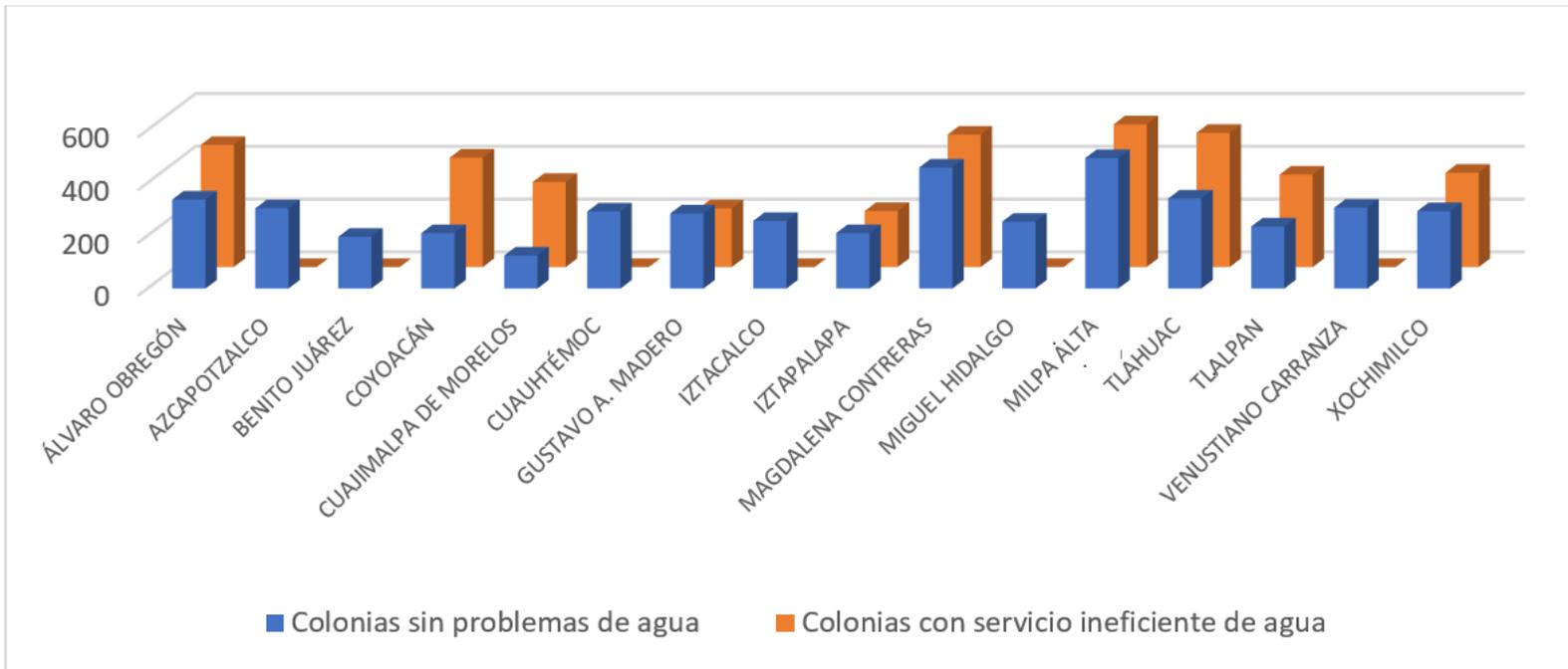
**Figura 2.** Promedio de casos de COVID-19 por cada 10 mil habitantes agrupados por IDS.

Al mismo tiempo que el nivel de desarrollo social de las colonias, las políticas y acciones locales pudieron haber tenido un efecto sobre el número de contagios. La Tabla 4 presenta diferentes indicadores a nivel de alcaldía. En términos absolutos, se observa que el mayor número de casos se encuentra en las alcaldías más pobladas, de manera que Iztapalapa concentró el 15 % de los casos; Gustavo A. Madero, el 12.4 %; Álvaro Obregón, el 10.1 %, y Tlalpan con el 7.7 %. Sin embargo, en términos proporcionales, resaltan las alcaldías de Milpa Alta, Magdalena Contreras y Tláhuac, que registraron el mayor número de casos por cada 10 000 habitantes, con 508, 486 y 419, respectivamente, en contraste con Benito Juárez e Iztapalapa, que registraron el menor número de casos por cada 10 000 habitantes, con 196 y 211, respectivamente.

**Tabla 4.** Indicadores de las colonias que presentaron casos de COVID-19 durante el periodo por alcaldía.

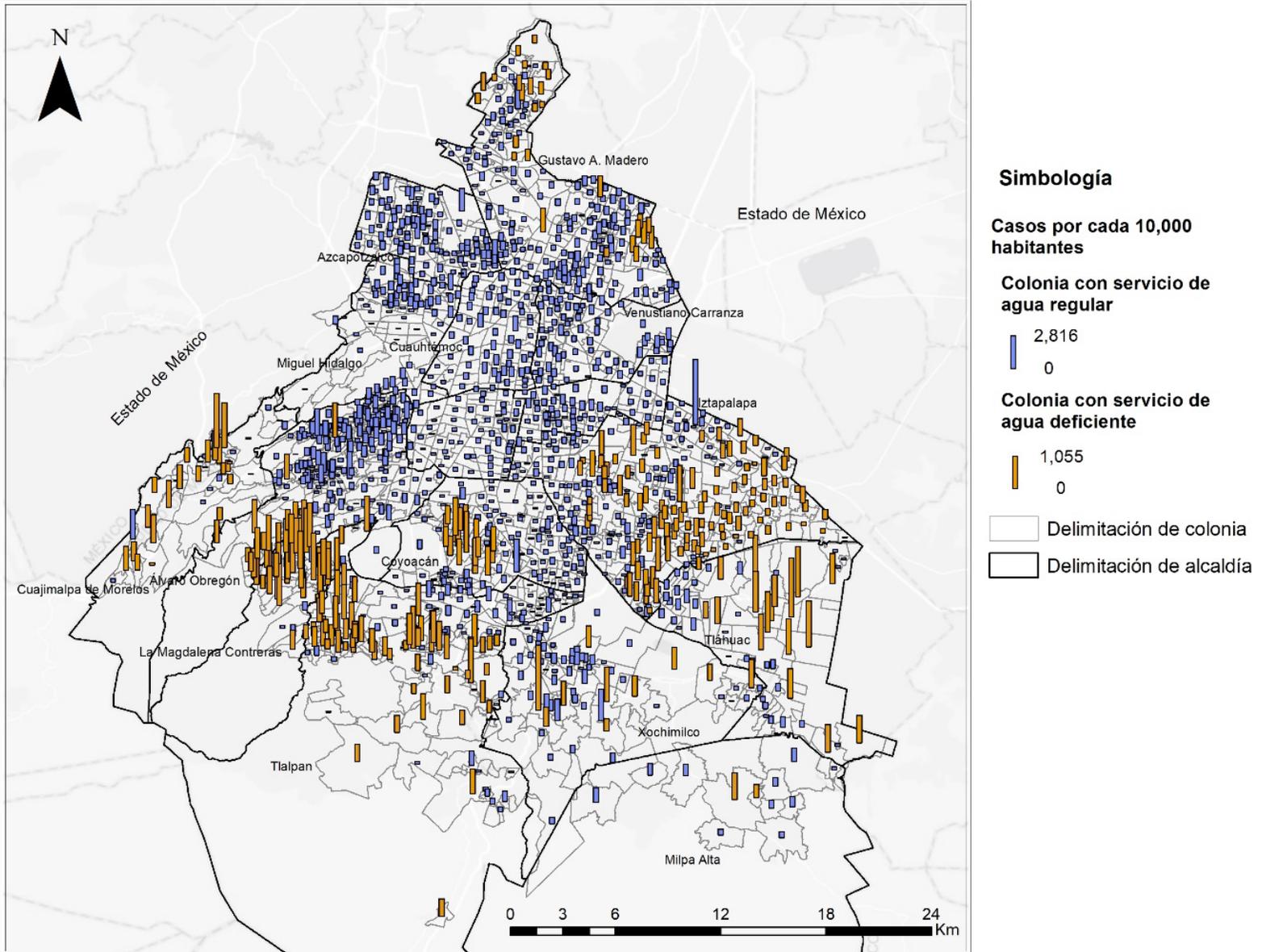
Alcaldía	Habitantes de colonias con más de cinco casos de contagio de COVID-19	Total de casos de contagio de COVID-19	Casos por cada 10 000 habitantes	Porcentaje del total de casos de COVID-19	Número de colonias con servicio ineficiente	Casos COVID-19 por cada 10 000 habitantes; colonias con servicio eficiente	Casos COVID-19 por cada 10 000 habitantes; colonias con servicio ineficiente
Álvaro Obregón	718 969	25 505	355	10.1	13	337	462
Azcapotzalco	418 814	12 749	304	5.0	0	304	0
Benito Juárez	429 695	8 428	196	3.3	0	196	0
Coyoacán	571 775	15 822	277	6.3	19	210	414
Cuajimalpa de Morelos	203 375	5 068	249	2.0	23	125	322
Cuauhtémoc	542 906	15 845	292	6.3	0	292	0
Gustavo A. Madero	1 141 646	31 233	274	12.4	29	284	222
Iztacalco	404 643	10 375	256	4.1	0	256	0
Iztapalapa	1 790 966	37 820	211	15.0	113	210	212
Magdalena Contreras	245 051	11 919	486	4.7	40	458	501
Miguel Hidalgo	379 800	9 592	253	3.8	0	253	0
Milpa Alta	121 469	6 176	508	2.4	3	494	540
Tláhuac	366 671	15 346	419	6.1	18	341	508
Tlalpan	642 433	19 455	303	7.7	65	235	350
Venustiano Carranza	440 070	13 462	306	5.3	0	306	0
Xochimilco	440 623	13 977	317	5.5	11	293	357
<b>Total</b>	<b>8 858 906</b>	<b>252 772</b>	<b>285</b>	<b>100</b>	<b>334</b>		

Los casos de COVID-19 también aumentan en las colonias que registran un servicio ineficiente de agua comparado con aquellas sin problemas de agua a nivel de alcaldía, excepto en Gustavo A. Madero. Es importante mencionar que estas diferencias omiten el efecto del IDS (Figura 3). Aunque se observó que en Iztapalapa la diferencia del número de casos por cada 10 000 habitantes entre las colonias con y sin deficiencia de servicio de agua no es significativa (210 y 212 casos respectivamente), se encontró que la diferencia aumenta cuando la información se desagrega por nivel de IDS dentro de la alcaldía. Así, en las colonias con IDS muy bajo se registraron 156 casos en promedio por cada 10 000 habitantes en colonias sin problemas de acceso al agua *versus* 173 casos en colonias con deficiente servicio de agua; para el IDS bajo hubo 213 casos en promedio en colonias sin problemas *versus* 231 en colonias con problema de abasto; para el IDS medio hubo 230 casos en promedio en colonias sin problemas *versus* 294 casos en colonias con problemas; mientras que en ninguna de las colonias clasificadas con IDS alto se registraron tandeos con un registro promedio de 195 casos por cada 10 000 habitantes. Por otra parte, llama la atención que Gustavo A. Madero sea la única alcaldía donde las colonias con deficiente servicio de agua en sus hogares tuvieron menos casos que aquellas sin tandeo, lo que lleva a preguntarse si algunas zonas de esta alcaldía podrían estar recibiendo agua por tandeo, pero la autoridad no lo reporta.



**Figura 3.** Casos de COVID-19 por cada 10 000 habitantes en colonias con y sin problemas de acceso al servicio de abasto de agua.

A nivel espacial, los casos de contagio de COVID-19 por cada 10 000 habitantes tienden a ser proporcionalmente mayores en las colonias del sur de la ciudad, muchas de las cuales están clasificadas con acceso ineficiente del servicio de agua. En la Figura 4 se puede observar, a través del tamaño de la barra, el número de casos por cada 10 000 habitantes a nivel de colonia; las barras de color azul indican colonias sin problemas, y las de color naranja muestran las que tienen problemas. Como se puede observar en el tamaño de las barras, las proporciones más altas de contagio están en colonias con servicio de agua deficiente, muchas ubicadas en la periferia e Iztapalapa.



**Figura 4.** Promedio de casos de COVID-19 en colonias con y sin problemas de acceso al servicio de abasto de agua.

Estos resultados permiten confirmar que existe una relación entre el número de casos de COVID-19 a nivel de colonia con el nivel de desarrollo social y con el acceso ineficiente al servicio de agua. Una forma de observar el efecto específico de estos elementos fue analizando la información por medio de modelos de regresión.

A continuación se presenta el modelo resultante para explicar el total de casos de COVID-19 registrados por colonia de la Ciudad de México, en sucesivas quincenas, durante el periodo considerado en este estudio, donde se transformaron a escala logarítmica (logaritmo natural) las variables sobre el total de contagios y número de habitantes de cada colonia. Para estimar el efecto relativo de cada uno de los cuatro grados de desarrollo social en que se agrupó el IDS de cada colonia, en el modelo se incluyeron tres variables dicotómicas, vinculadas con los grados muy bajo, bajo y medio, por lo cual el grado alto resulta ser la categoría de referencia, con el menor número promedio registrado de casos de COVID-19 por cada 10 000 habitantes. También como variable dicotómica se incluyó la condición de que una colonia tuviera o no deficiente abasto de agua. La Tabla 5 muestra que todas las variables especificadas en el modelo tienen un efecto positivo y estadísticamente significativo (al 95 %). Como era de esperarse, la variable que más influye en el número de casos de COVID-19 en una colonia es su número de habitantes, seguida por los grados del IDS en el que se clasifica la colonia, con una influencia relativamente menor por deficiencias en el servicio de agua. Con este modelo se alcanzó un ajuste global razonablemente alto, con  $R^2$  de 70.2 %, lo cual resalta el alto impacto que en conjunto tienen estas variables para explicar el número de casos de contagios por colonia. Al estimar con

el modelo el total de contagios a partir de los datos observados de población, los grados de IDS y la existencia de un servicio deficiente, es posible estimar que, bajo un escenario sin problemas con el servicio de agua, durante el periodo de estudio se habría reducido el número de contagios en 17.3 %. Esto significaría que en las colonias con deficiente servicio de agua se pudieron haber evitado casi 43 000 contagios de los 252 000 casos registrados en el periodo.

**Tabla 5.** Modelo de regresión sobre casos de COVID-19 en la CDMX.

	<b>Coefficientes no estandarizados</b>	<b>Desv. error</b>	<b>Coefficientes estandarizados</b>	<b>T</b>	<b>Sig.</b>
	<b>B</b>		<b>Beta</b>		
(Constante)	-4.473	0.156		-28.658	0.000
Log_Habitantes	1.046	0.019	0.803	56.322	0.000
IDS Muy bajo	0.153	0.059	0.046	2.617	0.009
IDS Bajo	0.423	0.045	0.173	9.345	0.000
IDS Medio	0.454	0.046	0.174	9.967	0.000
ConProb_agua	0.160	0.045	0.056	3.520	0.000

a: variable dependiente: Logaritmo\_Total\_Casos.

## Discusión

Los resultados de este estudio muestran que 334 colonias (18 % del total) de la Ciudad de México enfrentan problema con el servicio de agua, donde viven 2 652 598 (29%) habitantes de la ciudad. Estas colonias presentan tandeos o recortes del servicio, o también reciben agua de mala calidad, aunque no se saben las características específicas. Otros estudios han documentado que los tandeos pueden llevar a los hogares a recibir agua en rangos de 63 horas a la semana, 14 horas a la semana, e incluso 7 horas a la semana en promedio (Soto, 2008; Conagua, 2018). En principio, los hogares que reciben agua pocas horas a la semana y/o con mala calidad están menos preparados para enfrentar la amenaza de la COVID-19.

Tomando como base los contagios de COVID-19 a nivel de colonia en el periodo del 29 de junio de 2020 al 7 de febrero de 2021, se confirmó que el número de contagios de las colonias está significativamente relacionado con el número de habitantes, el grado de desarrollo social (IDS) y la existencia de un servicio ineficiente de agua. Como se esperaba, las colonias con mejor IDS presentaron en promedio menos casos, con una diferencia de 115 casos por cada 10 000 habitantes entre colonias con una IDS alto respecto a las de IDS bajo. Un hallazgo interesante es que se presentaron menos casos por cada 10 000 habitantes para el IDS muy bajo (263) que para el bajo (326). En este sentido, resulta de interés el estudio de Lu, Marx, Poynor, Rogers y Zeng (2021), que analizó diversas ciudades de México, y encontró que las personas con bajos ingresos pasan más tiempo en casa y menos tiempo

yendo a otros lugares, lo cual sugiere un menor riesgo general de contraer el virus debido al menor movimiento voluntario. Ésta puede ser una razón que podría investigarse con mayor profundidad, pues se contrapone con lo potencialmente esperado sobre la vulnerabilidad a contagios de COVID-19 para los grupos que viven en mayor marginación. Otra hipótesis que planteamos es que las personas que viven en las zonas más marginadas pudieron haber tenido una tendencia mayor a no reportar los casos de COVID-19.

La relevancia del acceso al agua se confirmó, pues los grupos de hogares clasificados por IDS presentaron más casos en colonias que sufrían problemas con el servicio de agua, con diferenciales de 33 casos adicionales por cada 10 000 habitantes entre colonias con IDS medio y 55 casos adicionales en las colonias con IDS bajo. Cuando se desagregó la información a nivel de alcaldía, se observó la tendencia esperada, excepto en la alcaldía Gustavo A. Madero, que mostró lo opuesto: relativamente más casos en colonias sin problemas de agua; esto lleva a plantear la posibilidad de que en esta alcaldía existan colonias con servicio ineficiente que no se reportan oficialmente.

A diferencia del análisis de Mazari-Hiriart *et al.* (2020), quienes no encontraron relación significativa entre la distribución de COVID-19 y los problemas de acceso al agua, nosotros encontramos que el efecto es significativo. Las razones que explican las diferencias entre ambos estudios es que este análisis se hizo a nivel de colonia, mientras que en el estudio de Mazari-Hiriart *et al.* (2020) se usaron los datos de COVID-19 a nivel de alcaldía; por otro lado, la clasificación de colonias con problemas de tandeo se tomó a partir de los reportes de falta de agua

que recibe el Sacmex, mientras que en este estudio se hizo con base en las colonias que informan de manera oficial a través de las gacetas oficiales, complementado con un punto de acuerdo de la Asamblea Legislativa. Así, consideramos que el análisis de los casos por alcaldía y no por colonia pudo haber impedido observar el impacto significativo de los tandeos en ese estudio.

A través de un modelo de regresión se pudo confirmar que el número de casos de contagio de COVID-19 a nivel de colonia se ve impactado de manera significativa por el número de habitantes, su desarrollo social y la existencia de un servicio de agua ineficiente. El modelo estima que los problemas con el acceso al servicio de agua aumentaron 17.3 % los contagios de COVID-19 durante el periodo estudiado. Este porcentaje permite confirmar los daños evitables en caso de lograr una cobertura adecuada del servicio de agua potable: se hubieran evitado 43 mil casos en las colonias que presentan problemas con el servicio en el periodo estudiado.

Entre las limitaciones del estudio están los problemas relacionados con la información provista por las fuentes oficiales. Existe incertidumbre por la posible existencia de más colonias con servicio de agua ineficiente, la falta de datos sobre el tipo de problema que enfrentan y el subregistro de casos reportados de COVID-19.

## Conclusiones

Para poder protegerse contra los riesgos de la pandemia es necesario que las personas tengan la posibilidad de mantener el distanciamiento físico, medios de transporte seguro y lograr medidas necesarias de higiene, entre varios otros elementos. En este artículo nos enfocamos en analizar en qué medida la vulnerabilidad aumenta para los hogares que viven en condiciones de pobreza y en zonas que presentan problemas con el acceso al agua, porque se reconoce que ambos elementos dificultan asegurar el distanciamiento físico y las medidas necesarias de higiene (ONU, 2020a; ONU, 2020b, ONU, 2020c).

Este estudio provee evidencia del grado en que la accesibilidad al agua influyó en la propagación de la COVID-19 en la Ciudad de México. La ciudad requiere recursos para establecer un sistema de abasto de agua eficiente en todas las colonias para enfrentar tanto los retos que implicó la pandemia de COVID-19 como otras crisis que se avecinan. Limitar los impactos adversos de la pandemia en el corto plazo requiere asegurar una cantidad suficiente de agua en cantidad y calidad, a través de aumentar las horas que se recibe el servicio en colonias con tandeo y/o por medio de entrega de agua de pipa que se ajuste a las necesidades de los hogares. En el mediano y largo plazos es evidente que la CDMX debe aspirar a garantizar el servicio de agua a todas las zonas de la CDMX. Las colonias de alcaldías que tienen suelo de conservación se beneficiarían de un enfoque de equidad social y justicia ambiental, pues en esas áreas existe mayor abundancia de fuentes de agua natural que seguramente en la actualidad se llevan a otras zonas de la ciudad.

El virus no va a desaparecer en el corto plazo, esto supone que las autoridades encargadas de la gestión del agua de la Ciudad de México y la región de la Zona Metropolitana del Valle de México deben ajustar sus políticas públicas como resultado de esta crisis de salud pública. Priorizar las inversiones públicas para mejorar la eficiencia del servicio de abasto de agua en las zonas con servicio ineficiente es claramente una política que incide en el establecimiento de condiciones favorables para mejorar capacidades de las personas frente a eventos catastróficos.

La Organización de Naciones Unidas (ONU) (ONU, 2020a; ONU, 2020b, ONU, 2020c) ha enfatizado la urgencia de replantear y transformar las ciudades para responder a la realidad de la COVID-19 y posibles crisis futuras que, sin lugar a dudas, aumentarán por el proceso de cambio climático que está viviendo el planeta. Se necesita más investigación para mejorar los procesos de toma de decisiones y perfeccionar la respuesta de las políticas públicas. Procurar que los planes de resiliencia se basen en datos desglosados podría ayudar a que los recursos escasos, y más durante periodos críticos, se usaran con mayor eficiencia para focalizar las áreas que requieren mayores apoyos (ONU, 2020a; ONU, 2020b, ONU, 2020c; Brikalski *et al.*, 2020). Las emergencias sanitarias o de otra naturaleza requieren que las ciudades diseñen políticas que inviertan en reducir la vulnerabilidad humana ante enfermedades y los efectos de un clima menos estable. Con los resultados de este estudio se confirma que aumentar el nivel de resiliencia y estabilidad futuras de las ciudades incluye lograr la equidad social en el acceso al agua.

## Referencias

- Adams, E., Ahmed, F., Alexander, M., Asiki, G., Balogun, M., Boivin, M. J., Brewis, A., Freeman, M. C., Harris, L. M., Jepson, W., Miller, J. D., Pearson, A. L., Rosinger, A. Y., Shah, S. H., Staddon, C., Stoler, J., Tutu, R., Workman, C., Wutich, A., & Young, S. L. (2021). Household water insecurity will complicate the ongoing COVID-19 response: Evidence from 29 sites in 23 low- and middle-income countries. *International Journal of Hygiene and Environmental Health*, 234 (113715). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2021.113715>
- Aminjonov, U., & Bargain, O. (2021). Poverty and COVID-19 in Africa and Latin America. *World Development*, 142(105422). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2021.105422>
- Brikalski, M. P., De Luca, F. V., Henning, E., Kalbusch, A., & Konrath, A. C. (2020). Impact of coronavirus (COVID-19) spread-prevention actions on urban water consumption. *Resources, Conservation and Recycling*, 163. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105098>
- Betanzos, I. (15 de mayo, 2018). Condonación de pago de agua para Cuajimalpa, Álvaro Obregón y Magdalena Contreras. México. *La Crónica*. Recuperado de [https://www.cronica.com.mx/notas-condonacion\\_de\\_pago\\_de\\_agua\\_para\\_cuajimalpa\\_Alvaro\\_obregon\\_y\\_magdalena\\_contreras-1078414-2018.html](https://www.cronica.com.mx/notas-condonacion_de_pago_de_agua_para_cuajimalpa_Alvaro_obregon_y_magdalena_contreras-1078414-2018.html)

Chavez, D., McDonald, D. A., & Spronk, S. J. (2020). *Public water and Covid-19: Dark clouds and silver linings*. Recuperado de <https://qspace.library.queensu.ca/handle/1974/28134>

CDMX, Ciudad de México. (2021). *Índice de desarrollo social de la Ciudad de México, 2020*. Ciudad de México, México: Consejo de Evaluación de la Ciudad de México. Recuperado de <https://www.evalua.cdmx.gob.mx/storage/app/media/2021/estadistica/programacalculo/ids-evalua-cdmx-presentacion.pdf>

CIDE & Conagua, Centro de Investigación y Docencia Económicas & Comisión Nacional del Agua. (2012). *Estudio para estimación de los factores y funciones de la demanda de agua potable en el sector doméstico en México*. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/274053633\\_Estimacion\\_de\\_los\\_factores\\_y\\_funciones\\_de\\_la\\_demanda\\_de\\_agua\\_potable\\_en\\_el\\_sector\\_domestico\\_en\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/274053633_Estimacion_de_los_factores_y_funciones_de_la_demanda_de_agua_potable_en_el_sector_domestico_en_Mexico)

Conagua, Comisión Nacional del Agua. (2018). *Estadísticas del agua en México (2018)*. Ciudad de México, México: Gobierno de la República.

Conapo, Consejo Nacional de Población. (2010). *Índice de marginación urbana por AGEB 2000-2010*. Recuperado de <https://www.gob.mx/conapo/documentos/indices-de-marginacion-1990-2010>

Coneval, Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social. (2021). *Pobreza en México. Resultados de pobreza en México 2020 a nivel nacional y por entidades federativas*. Recuperado de <https://www.coneval.org.mx/Medicion/Paginas/PobrezaInicio.aspx>

Delgado-Escalera, E. N. (2021). COVID-19 y su impacto en el consumo, facturación y pago del servicio de agua potable. El caso de Nuevo León. *Impluvium*, 7, (14), 12-17.

GOCDMX, Gaceta Oficial de la Ciudad de México. (2020). *Resolución de carácter general mediante la cual se determina y se dan a conocer las zonas en las que los contribuyentes de los derechos por el suministro de agua en sistema medido, de uso doméstico o mixto, reciben el servicio por tandeo* (núm. 326). Recuperado de [https://sacmex.cdmx.gob.mx/storage/app/media/tandeo/GOCDMX\\_20-04-2020\\_CTandeo\\_Pweb\\_1.pdf](https://sacmex.cdmx.gob.mx/storage/app/media/tandeo/GOCDMX_20-04-2020_CTandeo_Pweb_1.pdf)

GOCDMX, Gaceta Oficial de la Ciudad de México. (2020a). *Resolución de carácter general mediante la cual se condona totalmente el pago de los derechos por el suministro de agua correspondientes a los ejercicios fiscales 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 y 2020 así como los recargos y sanciones a los contribuyentes cuyos inmuebles se encuentren en las colonias que se indican* (núm. 310). Recuperado de [https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetas/de514f8907041aafed7860069b2d3386.pdf](https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/de514f8907041aafed7860069b2d3386.pdf)

GOCDMX, Gaceta Oficial de la Ciudad de México (2021). *Resolución de carácter general mediante la cual se condona totalmente el pago de los derechos por el suministro de agua, correspondientes a los ejercicios fiscales 2016, 2017, 2018, 2019, 2020 y 2021, así como los recargos y sanciones a los contribuyentes cuyos inmuebles se encuentren en las colonias que se indican*. Publicado el 21 de abril de 2021 (núm. 579). Recuperado de [https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetas/b534fcccd074e03fbeb5c0753fc4f95d.pdf](https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/b534fcccd074e03fbeb5c0753fc4f95d.pdf)

Gobierno de la Ciudad de México. (2021). *Información General COVID 19 CDMX*. Recuperado de <https://cdmx.dash.covid19.geoint.mx/>

Google Noticias. (2021). *Coronavirus COVID 19*. Recuperado de [https://news.google.com/covid19/map?hl=es-419&gl=MX&ceid=MX%3Aes-419&pinned=%2Fm%2F0b90\\_r](https://news.google.com/covid19/map?hl=es-419&gl=MX&ceid=MX%3Aes-419&pinned=%2Fm%2F0b90_r)

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. Recuperado de <http://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/poblacion/default.aspx?tema=me&e=09>

INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (29 enero, 2021). *Estimación oportuna del producto interno bruto en México durante el cuarto trimestre de 2020* (Comunicado de prensa). Recuperado de [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/pib\\_eo/pib\\_eo2021\\_01.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/pib_eo/pib_eo2021_01.pdf)

- INEGI, Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2021a). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares. Tabulados de hogares y viviendas*. Aguascalientes, México: Instituto Nacional de Estadística y Geografía.
- Jaramillo-Molina, M. E. (2021). La pandemia contra los pobres: COVID19, más frecuente en colonias con menor desarrollo social de la CDMX. *Animal Político*. Recuperado de <https://www.animalpolitico.com/el-ronroneo/la-pandemia-contra-los-pobres-covid19-mas-frecuente-en-colonias-con-menor-desarrollo-social-de-la-cdmx/>
- Khavarian-Garmsir, A. R., & Sharifi, A. (2020). The COVID-19 pandemic: Impacts on cities and major lessons for urban planning, design, and management. *Science of the Total Environment*, 749(142391). DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142391>
- Lu, M., Marx, A., Poynor, M., Rogers, M. Z., & Zeng, Y. (2021). Inequality in risk-taking: Evidence from location tracking in Mexican cities during COVID 19. *Frontiers in Political Science*, 3(631826). DOI: <https://doi.org/10.3389/fpos.2021.631826>
- Macip, R. F. (2020). The party is over: Cracking under “Sana Distancia” in Mexico. *Dialectical Anthropology*, 44(3), 243-350. DOI: [10.1007/s10624-020-09594-2](https://doi.org/10.1007/s10624-020-09594-2)
- Mazari-Hiriart, M., Merino-Pérez, L., Pérez-Jiménez, S., & Rodríguez-Izquierdo, E. (2020). *Spatial analysis of COVID-19 and inequalities in Mexico City*. Recuperado de <https://www.un.org/development/desa/dpad/wp-content/uploads/sites/45/COVID-19-Mexico-City.pdf>

- Merino, L., Valverde, K., & Ziccardi, A. (2020). Las desigualdades sociales de la Ciudad de México ante la pandemia del COVID-19. *Ciencia*, 71 (número especial), 38-43.
- Neal, M. J. (2020). *COVID-19 and water resources management: Reframing our priorities as a water sector*. *Water International*, 45(5), 435-440. DOI: <https://doi.org/10.1080/02508060.2020.1773648>
- OECD, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. (2021). *OECD Regional outlook 2021: Addressing COVID-19 and moving to net zero greenhouse gas emissions*. París, Francia: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. DOI: <https://doi.org/10.1787/17017efe-en>
- ONU, Organización de las Naciones Unidas. (2020a). *Agua y ciudades, hechos y cifras. Programa de ONU-Agua para la Promoción y la Comunicación en el marco del Decenio*. Recuperado de [https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/swm\\_cities\\_zaragoza\\_2010/pdf/facts\\_and\\_figures\\_long\\_final\\_spa.pdf](https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/swm_cities_zaragoza_2010/pdf/facts_and_figures_long_final_spa.pdf)
- ONU, Organización de las Naciones Unidas. (2020b). *Informe de políticas: COVID-19 en un mundo de población urbana*. Recuperado de <https://unsdg.un.org/es/resources/informe-de-politicas-covid-19-en-un-mundo-de-poblacion-urbana>
- ONU, Organización de las Naciones Unidas. (2020c). *Documento de políticas: la COVID-19 en un mundo urbano*. Recuperado de [https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/covid-19\\_in\\_an\\_urban\\_world\\_spanish.pdf](https://www.un.org/sites/un2.un.org/files/covid-19_in_an_urban_world_spanish.pdf)

- Orta, M. T. (febrero, 2022). Medidas a adoptar para el abastecimiento y saneamiento de agua libre de trasmisión de coronavirus SARS-COV-2. *Gaceta del Instituto de Ingeniería*, 1(145), 11-13. Recuperado de <http://gacetaii.iingen.unam.mx/GacetaII/index.php/gii/article/view/2726>
- Ortega, A., Armenta, C., García, H. A., & García, J. R. (2021). Índice de vulnerabilidad en la infraestructura de la vivienda ante el COVID-19 en México. *Notas de Población*, (111), 155-18.
- Ortiz-Hernández, L., & Pérez-Sastré, M. A. (2020). Inequidades sociales en la progresión de la COVID-19 en población mexicana. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 44(1). DOI: <https://doi.org/10.26633/RPSP.2020.106>
- Portal de Datos Abiertos de la CDMX. (2021). *Casos activos de Covid-19 en Ciudad de México a nivel colonia*. Recuperado de <https://datos.cdmx.gob.mx/dataset/covid-19-sinave-ciudad-de-mexico-a-nivel-colonia>
- Sideso, Sistema de Información del Desarrollo Social. (2021). *Índice de desarrollo social por colonia, barrio de la Ciudad de México 2010*. Recuperado de <http://www.sideso.cdmx.gob.mx/index.php?id=551>
- Sivakumar, B. (2021). COVID-19 and water. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 35(3), 531-534. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00477-020-01837-6>

Soto, G. (2007). *Agua: tarifas, escasez y sustentabilidad en las megaciudades: ¿cuánto están dispuestos a pagar los habitantes de la Ciudad de México?* México, DF, México: Universidad Iberoamericana.

Soto, G. (2008). *Diagnóstico sobre la situación del riesgo y vulnerabilidad de los habitantes de la Ciudad de México al no contar con el servicio de agua potable, como base para el análisis del derecho humano al agua y los derechos colectivos de los habitantes*. Recuperado de [http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/estudios/Agua\\_potable\\_en\\_el\\_Distrito\\_Federal\\_-\\_riesgo\\_y\\_vulnerabilidad.pdf](http://centro.paot.org.mx/documentos/paot/estudios/Agua_potable_en_el_Distrito_Federal_-_riesgo_y_vulnerabilidad.pdf)

UNEP, United Nations Environment Programme (ed). (2019). *Global Environment Outlook-GEO-6: Healthy Planet. Healthy People*, 3(152). DOI: <https://doi.org/10.1017/9781108627146>

UNESCO, United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. (2021). *United Nations World Water Development Report 2021. Valuing Water*. Paris, France: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

WHO, World Health Organization. (2021). *WHO Coronavirus (COVID 19) Dashboard*. Recuperado de <https://covid19.who.int>.