

# Estudio del rol que desempeña el big data en las políticas públicas que impactan en la urbanización sustentable agua-vivienda

José Luis Hernández-González, Rodolfo Eleazar Pérez-Loaiza,  
Perfecto Malaquías Quintero-Flores

Tecnológico Nacional de México,  
División de Estudios de Posgrado e Investigación,  
México

{luis.hg, rodolfo.pl, perfecto.qf}@apizaco.tecnm.mx

**Resumen.** Este análisis exploratorio investiga los problemas emergentes de los gobiernos locales, regionales, nacionales e internacionales asociados al big data. Se describen los ejes rectores propuestos por la ONU, su inclusión en el plan nacional de desarrollo y su abordaje desde el big data. Se exploran de forma no exhaustiva dos problemáticas del big data urbano: Agua y Vivienda, destacando la implicación del big data en el problema del agua y la posible falta de datos abiertos.

**Palabras clave:** Agua, sustentable, big data.

## Study of the Role that Big Data Plays in Public Policies that Impact Sustainable Water-housing Urbanization

**Abstract.** This exploratory analysis investigates emerging issues faced by local, regional, national, and international governments related to big data. It outlines the guiding principles proposed by the UN, their inclusion in the national development plan, and their approach through big data. Two urban big data issues, Water and Housing, are explored in a non-exhaustive manner, highlighting big data's implications for water issues and the potential lack of open data.

**Keywords:** Water, sustainable, big data.

### 1. Introducción

En el presente artículo, se discute el rol del big data en la toma de decisiones y las problemáticas derivadas de los asentamientos urbanos y su implicación en las políticas públicas; asimismo, se delimitarán dos conceptos considerados emergentes: el agua y la vivienda. El Plan Nacional de Desarrollo del gobierno federal, ha definido cuatro ejes rectores, los cuales se encuentran inmersos en problemáticas mundiales orientadas principalmente al agua, al desarrollo sostenible, a la suficiencia alimenticia, a la vivienda, a la movilidad, entre otras.

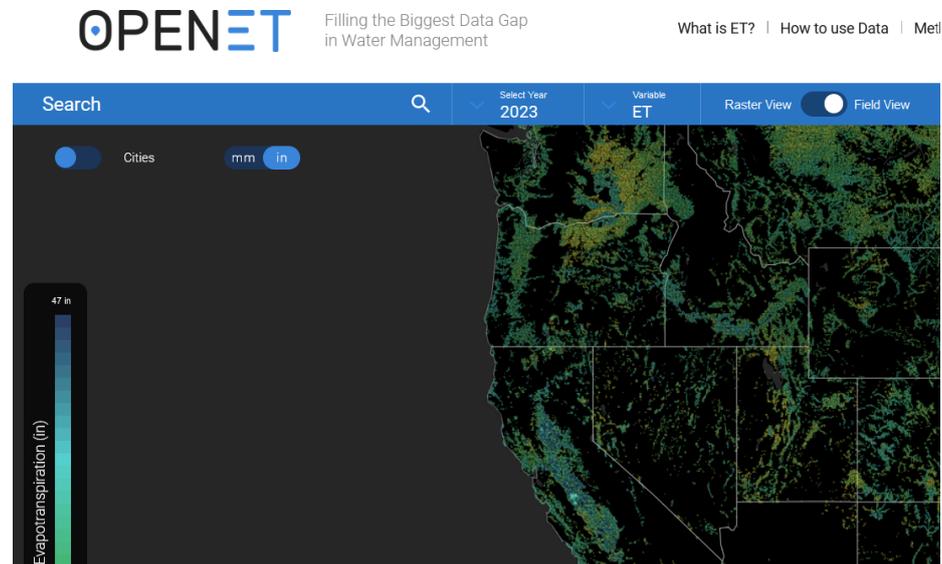


Fig. 1. Plataforma OpenET datos de evotraspiración. Imagen tomada de [6].

En la actualidad, el crecimiento en la cantidad de datos asociados a esas problemáticas ha generado un alto interés a la inclusión del denominado big data urbano y su posible incorporación en tales políticas públicas. Se ha vislumbrado un campo de trabajo asociado a la búsqueda de estrategias inteligentes que van desde recuperar, organizar, procesar, analizar e interpretar grandes volúmenes de datos, por lo que se requiere establecer metodologías que permitan dar solución de manera eficiente a las problemáticas urbanas; algunos países incluyendo México, se encuentran en la necesidad de fortalecer una política de datos abiertos que permitan a la ciudadanía conocer el estado actual de proyectos emergentes, la posibilidad de extraer y analizar información para realizar la toma de decisiones como por ejemplo, la atención de falta de agua para el consumo, su uso en la agricultura, formas de tratamiento de las aguas residuales entre otros.

## 2. Políticas públicas

Parte fundamental del quehacer político del país, se encuentra enmarcado en los diferentes planes rectores que van desde el ámbito nacional, regional o local para atender los problemas nacionales de acuerdo con los planes de trabajo de cada gobierno; para ello, es necesario conocer las políticas públicas asociadas a las problemáticas emergentes para atención a la sociedad. Se presenta brevemente la visión o interés en atender problemas asociados a entes internacionales e identificar cuáles son las que ha establecido atender el gobierno actual. La Organización de Naciones Unidas (ONU) es una organización internacional conformada por 193 estados y fue fundada en 1945 con la finalidad de mantener la paz y la seguridad internacional para solucionar problemas globales.

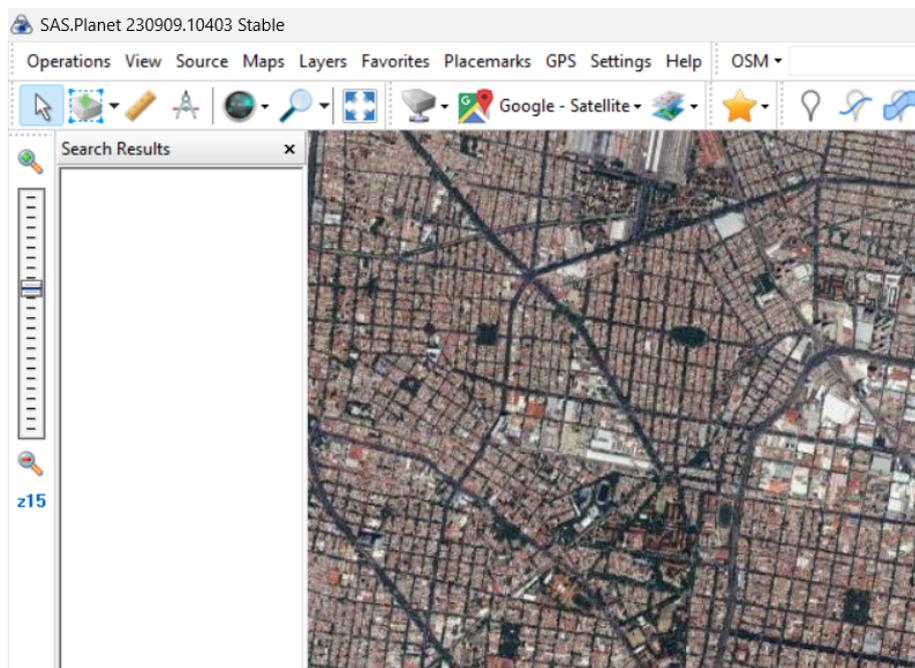


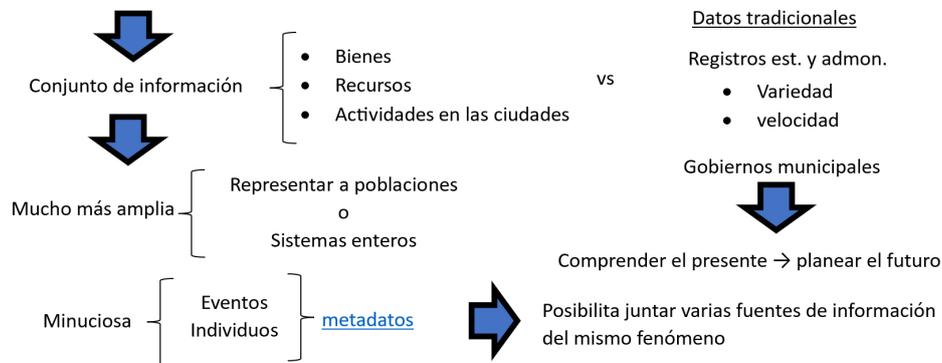
Fig. 2. Imagen satelital, tomada de la Plataforma SASGIS [10].

Actualmente, también incluye la promoción y protección de los derechos humanos, el desarrollo sostenible y la cooperación internacional en economía, problemática social, cultura y acciones humanitarias. El eje rector es la “Carta de las Naciones Unidas”, que es considerado un tratado internacional y recoge los principios de las relaciones internacionales desde la igualdad hasta la prohibición de la fuerza en las relaciones internacionales. La carta se encuentra constituida por XIX capítulos y 111 artículos. México es miembro desde su admisión el 7 de noviembre de 1945 [7]. Las actividades de la ONU se encuentran definidas en cinco temáticas principales:

1. Mantener la paz y la seguridad internacionales.
2. Proteger los derechos humanos.
3. Distribuir ayuda humanitaria.
4. Apoyar el Desarrollo sostenible y la acción climática.
5. Defender el derecho internacional.

Además, se encuentran inmersos en 22 desafíos globales, los cuales deben atenderse de manera conjunta ya que un solo país no puede resolverlos de forma individual. Uno de los desafíos globales asociados al big data son: Macrodatos para el Desarrollo sostenible. La ONU menciona que los macrodatos, es un área de oportunidad que se encuentra emergiendo con el vertiginoso crecimiento de la informática y las nuevas tecnologías, datos y su posible análisis.

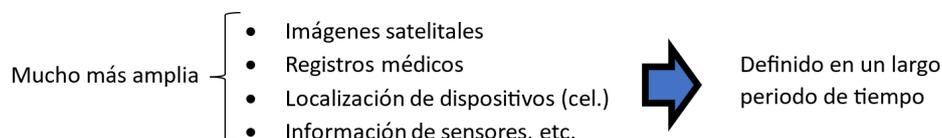
Big data  $\cong$  datos masivos urbanos



**Fig. 3.** Fuentes de información urbana.

Con ello, se mejorará el control de los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS), los desafíos globales se encuentran definidos en la agenda 2030. La agenda 2030 es la aprobación de 17 ODS, firmada por todos los estados miembros en el año 2015, tal agenda establece un plan para la acción y poner fin a la pobreza, cuidado del planeta, mejorar la vida y ha sido denominada la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible:

1. Fin de la pobreza.
2. Hambre cero.
3. Salud y bienestar.
4. Educación de calidad.
5. Igualdad de género.
6. Agua limpia y saneamiento.
7. Energía accesible no contaminante.
8. Trabajo decente y crecimiento económico.
9. Industria, innovación e infraestructura.
10. Reducción de la desigualdad.
11. Ciudades y comunidades sostenibles.
12. Producción y consumo responsable.
13. Acción por el clima.
14. Vida submarina.
15. Vida de ecosistemas terrestres.
16. Paz y justicia e instituciones sólidas.
17. Alianza para lograr los objetivos.



**Fig. 4.** Acciones humanas recogidas por dispositivos digitales.

El objetivo 6: Agua limpia y saneamiento es una problemática de suma importancia para la sociedad, de acuerdo con la ONU en el 2030 miles de millones de personas no tendrán acceso a agua potable que se requiere para su consumo, el cuidado de la salud y el bienestar. El objetivo 11: Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles, así como el objetivo 17: Revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible, son el fundamento de análisis para establecer una estrategia que permita abordar el big data respecto al agua y la vivienda. El ODS 17 menciona 2 metas a atender: Meta 17.18 aumentar significativamente la disponibilidad de datos oportunos y la Meta 17.19 aprovechar las iniciativas existentes para elaborar indicadores y, son relevantes para la búsqueda de soluciones en dos temáticas de interés en el futuro para las ciudades inteligentes: agua y vivienda.

México ha adoptado la agenda 2030 y los ODS, el artículo 25 de la constitución política menciona que: “Corresponde al Estado la rectoría del desarrollo nacional para garantizar que éste sea integral y sustentable, que fortalezca la Soberanía de la Nación y su régimen democrático y que, mediante el fomento del crecimiento económico y el empleo y una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales, cuya seguridad protege esta Constitución ...” [2]. Para ello, el Plan Nacional de Desarrollo 2019-2024 ha definido 4 ejes rectores [11]:

1. Política y Gobierno.
2. Política Social.
3. Economía.
4. Epílogo: Visión del 2024.

De los cuales, se desprenden 9 programas:

1. El programa para el bienestar de las personas adultas mayores.
2. El Programa Pensión para el Bienestar de las Personas con Discapacidad.
3. El Programa Nacional de Becas para el Bienestar Benito Juárez.
4. Jóvenes Construyendo el Futuro.
5. Jóvenes escribiendo el futuro.
6. Sembrando vida.
7. Programa Nacional de Reconstrucción.
8. Desarrollo Urbano y Vivienda.
9. Tandas para el bienestar.

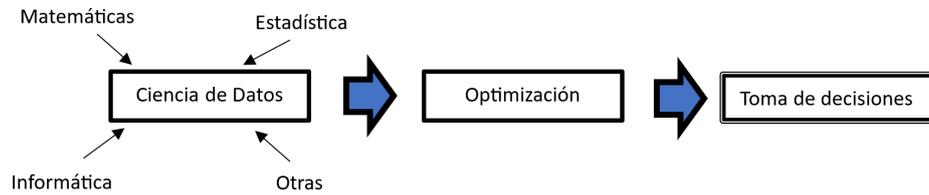


Fig. 5. Una primera aproximación de ciencia de datos.

### 3. Problemática

Determinar algunas de las problemáticas asociadas al Plan Nacional de Desarrollo vigente e identificar el nivel desarrollo asociado al eje rector política social, en particular al programa ocho, desarrollo urbano y vivienda. Recuperando el ODS 11 ciudades y comunidades sostenibles, el informe de la agenda 2030 en México “Data para el Desarrollo sostenible”, se presentan estadísticas referentes al crecimiento urbano. Algunas conclusiones son:

- Más de la mitad de la población mundial reside actualmente en zonas urbanas.
- El crecimiento urbano no es controlado, la contaminación atmosférica y la falta de espacios públicos abiertos no han sido subsanados.
- Se requieren políticas y prácticas de desarrollo urbano inclusivo, resiliente y sostenible, hacen falta áreas verdes y mejorar transporte público.
- La expansión urbana supera el crecimiento poblacional a escala global.
- El problema de agua y vivienda debe ser atendido de manera prioritaria.

Existen una gran cantidad de problemas asociados con el uso del agua, que van desde la cantidad destinada al consumo humano, la protección de las fuentes de agua, la captación del agua, la contaminación del agua, uso del agua para la agricultura, entre muchos otros. Se requiere evaluar el consumo en la cantidad de agua disponible y la relación que existe con el crecimiento urbano.

Diferentes autores como Breña [1] indican que ya es posible la inclusión tecnológica en el sector hídrico, con la finalidad de que cualquier persona pueda beneficiarse con la información digital y aunque es accesible para todos, no se cuenta con herramientas disponibles que permitan desmenuzar la información, existen plataformas que nos muestran a través de mapas cartográficos con la diversa información, pero solamente personas con conocimientos especializados la pueden interpretar.

Por otro lado, existen diferentes tipos de formatos para la información tanto libre como privada, a continuación, se presentan algunas estrategias del uso del big data asociado al agua y Desarrollo Urbano o Vivienda. Como lo indica Breña, ya se cuenta con información georreferenciada útil para atender problemáticas como la agricultura. La Figura 1 muestra la Plataforma web OpenET a la que se refiere Breña, la cual proporciona datos diarios, mensuales o anuales de evotraspiración para el uso del agua al este de Estados Unidos [6].

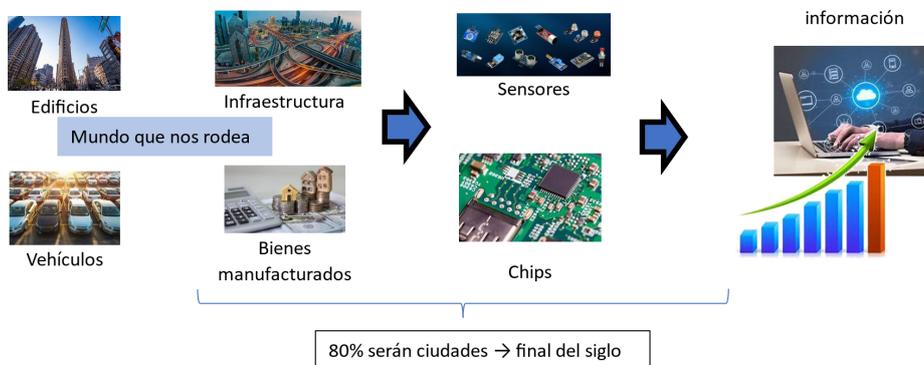


Fig. 6. Representación del big data. Imágenes tomadas de internet.

Del mismo modo, la figura 2 muestra una parte de una imagen satelital que permitirá mediante alguna metodología, proporcionar información apropiada para medir por ejemplo crecimiento urbano, identificar vías de comunicación, establecer rutas, entre algunas otras variables de interés para la toma de decisiones en el sector urbano [10].

Debido a que una de las problemáticas de las ciudades radica principalmente en el tiempo que se consume en realizar actividades cotidianas tales como realizar el traslado del hogar al trabajo, a las escuelas, a los mercados, a los hospitales etc., se requiere identificar o mejorar las rutas para optimizar tiempo y dinero tanto para la población en general como trabajadores del sector gubernamental y privado. El Banco Interamericano del Desarrollo (BID) ha financiado proyectos orientados al big data y el desarrollo urbano, uno de los resultados es “Urban Reporting based on Satellite Analysis” (URSA) el cual, es un sistema abierto que permite acceder de forma sencilla a la información digital de sensores satelitales URSA [13].

También se cuenta con información en formato numérico como datos estadísticos en determinado período de tiempo, por lo que se requiere de otras estrategias de la ciencia de datos para analizar, interpretar, presentar y proyectar información al futuro para la toma de decisiones, el INEGI, cuenta con bases de datos con identificadores con las características de la población, hogares censados y las viviendas, algunas de las variables de interés son: población por su edad, características económicas, servicios de salud, servicios de que se dispone (luz, agua, drenaje), para esta propuesta se tomará la información del censo de población y vivienda 2020 y hacer un análisis descriptivo [5].

#### 4. Conceptualización de big data urbana

La figura 3 muestra cómo es que, a través de la convivencia urbana y el uso de dispositivos actuales, se genera una gran cantidad de datos, la ciudadanía genera información de sus actividades cotidianas, hace consultas, por ejemplo, precios, acceso a la banca digital, recibe información indirecta en sus celulares, que es de mayor variabilidad que la obtenida por registros tradicionales y mucho más amplia e incluye metadatos [12].

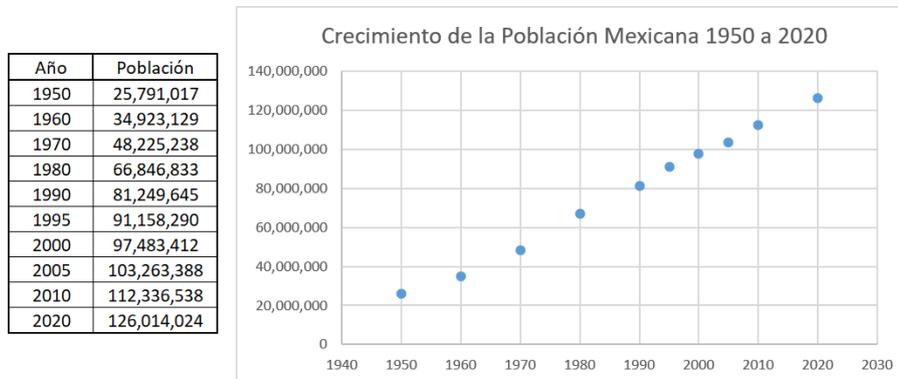


Fig. 7. Crecimiento de la población mexicana de 1950 a 2020.

La figura 4, muestra algunas de las acciones que permiten recolectar grandes cantidades de información y son consideradas como big data urbana. Con el uso de los satélites artificiales se produce información en sus diferentes tipos desde información geográfica en formato Gis o Rastreo o imágenes en formatos gif o jpeg; en el caso de la medicina aunque algunos datos son producidos de forma manual, otras son a través de dispositivos como baumanómetros y termómetros digitales, toma de muestras de sangre con glucómetros y diferentes estudios especializados como ultrasonidos en sus diferentes tipos, radiografías, etc. producen datos, pero de manera sigilosa los celulares, relojes digitales y otros dispositivos registran acciones del usuario, además de la información que generan los sensores incorporados y que pueden ser lecturas en determinados intervalos o por tiempo indefinido.

Dentro de las posibles definiciones de big data, se encuentran aquellas que mencionan que los grandes conjuntos de datos cumplen con las siguientes tres características: gran cantidad de datos, variabilidad en su forma y velocidad para su generación, de aquí que se presenta una complejidad en su análisis; por lo cual, se requiere explorar tales conjuntos de datos, su integración con variables de interés definidas y la exploración de diversas estrategias para su tratamiento.

La ciencia de datos, de acuerdo con la figura 5 muestra una primera aproximación de su uso, la cual se apoya de otras disciplinas como las matemáticas, la estadística, la informática, entre otras, para optimizar y dar soluciones que permitan realizar la toma eficiente de decisiones [12]. Actualmente, el sector privado, el sector público y el gobierno se encuentran haciendo alianzas para generar estrategias para tratar las grandes cantidades de datos que se producen en las ciudades, lo que ha propiciado que algunos expertos ya han acuñado el término de big data urbana.

La figura 6 muestra la visión del big data urbano, de acuerdo con lo expuesto por Townsend y Zambrano [12]. Ellos mencionan que el mundo que nos rodea, nuevos edificios inteligentes, sensores en la infraestructura para la medición de velocidad, toma de fotografías, audio y video, medición de humedad, de contaminantes, de temperatura ambiental, uso de los medios de transporte como la geolocalización, y otras acciones de las actividades de carácter económico, financieras, comerciales incrementan la cantidad de datos.

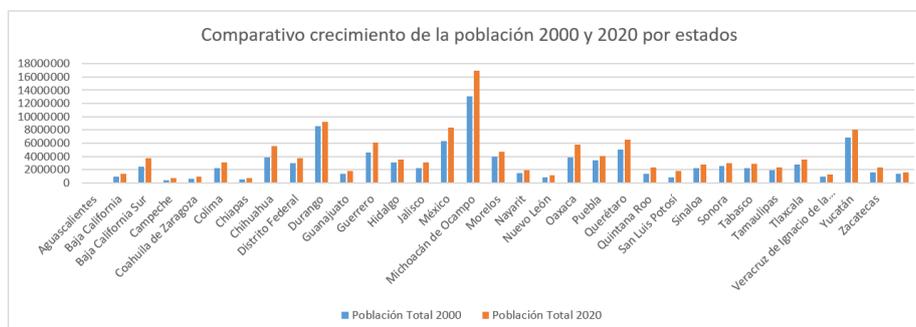


Fig. 8. Comparativo crecimiento de la población 2000 y 2020 por estados.

## 5. Resultados del análisis exploratorio

Para la propuesta de este trabajo, se ha realizado la búsqueda de datos abiertos con la finalidad de identificar problemáticas a atender con los Pronaces (Programas Nacionales Estratégicos) Agua y Vivienda; de manera preliminar, se ha seleccionado la base de datos de resultados obtenidos del Censo de Población y Vivienda 2020, para realizar un análisis descriptivo, de manera adicional, se hará uso de los censos anteriores para evaluar el crecimiento de consumo de agua tanto de los censos 2005, 2010, 2015, además, del 2020. De acuerdo con Padilla [8] y según recomendación de la Organización Mundial de Salud una persona necesita 100 litros de agua al día, por lo que se podrá estimar la cantidad de agua consumida a nivel nacional, por estado o municipio según la encuesta de INEGI.

Las gráficas que se muestran, la población total con la finalidad de establecer la cantidad de agua requerida por habitante. La gráfica en la figura 7 muestra el crecimiento de la población de los años 1950 al 2020 de acuerdo a la información de los censos y conteos de población y vivienda, se incluyen 2 conteos. El primer censo se realizó en 1895. La gráfica en la figura 8 muestra un comparativo de la población por estados para los años 2000 y 2020, se han realizado también las comparaciones con los años 2005 y 2010 con la finalidad de identificar qué estados requieren más cantidades de dotación de agua. La gráfica en la figura 9 muestra la distribución espacial de la población total por estado, para el análisis exploratorio descriptivo se elaboraron gráficas de los cuartiles, se exploran deciles y percentiles con la finalidad de observar a detalle los cambios del crecimiento por estado.

Para un primer análisis exploratorio, se ha seleccionado la variable población total con la finalidad de determinar la cantidad de consumo requerido por habitante/día, sin embargo, Ramos [9] en su presentación “Análisis socio-espacial del uso doméstico del agua en la ciudad de México: Hacia la gestión integrada del agua urbana”, presenta datos estadísticos de la situación del agua en la ciudad de México, menciona tres tipos de uso del agua: doméstico, no doméstico y mixto; para ello, define las siguientes variables independientes: porcentaje de usuarios domésticos, población total de la colonia, tamaño promedio del hogar, Índice de Desarrollo Social (IDS) promedio, densidad de viviendas por colonia y abasto por tanqueo, para el caso de la

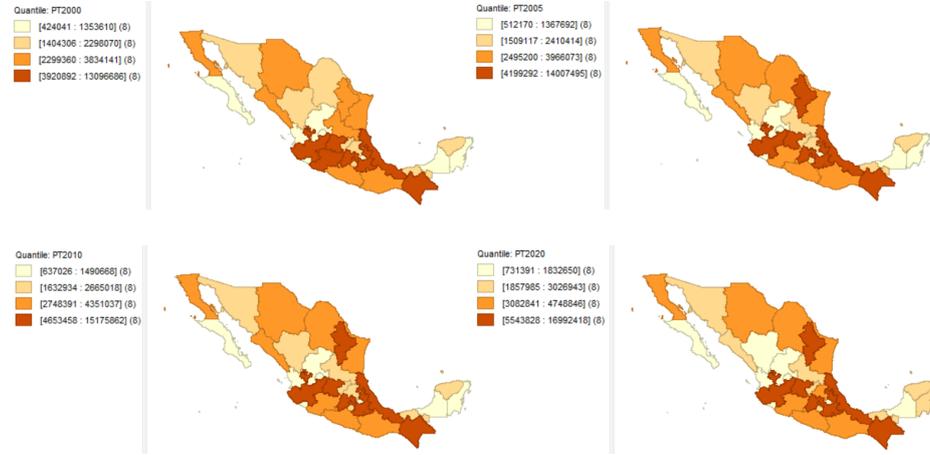


Fig. 9. Distribución espacial de la población 2000, 2005, 2010, 2020.

variable dependiente: uso doméstico en forma bruta (m<sup>3</sup>/año), uso doméstico per cápita (l/hab/día), mismos que dependiendo de la fuente de los datos serán incorporadas en esta propuesta.

## 6. Conclusiones

Algunos países han regulado sus políticas para la incorporación de datos abiertos con la finalidad de modernizar la administración pública y consolidar la transparencia y eficiencia; en el caso del gobierno de México, ha publicado la Política de Transparencia, Gobierno Abierto y Datos Abiertos de la administración pública federal 2021-2024, cuya finalidad es contribuir a la rendición de cuentas y combate a la corrupción e impunidad. Una de las áreas de oportunidad, es la de datos abiertos: mejorar la disponibilidad de datos publicados por el gobierno con las siguientes características: existencia de datos, formato digital estructurado, acceso gratuito, licencia abierta.

En la política de transparencia, se definen tres ejes de acción, en cada eje se definen seis prioridades con la finalidad de desarrollar acciones para consolidar la transparencia, el gobierno abierto y los datos abiertos. En el eje 3: Impulsar el uso de datos abiertos, con prioridad 6, se menciona que se deberán: “Implementar procesos de apertura de datos abiertos que sean de mayor interés o relevancia para la población, con la finalidad de contribuir al bienestar social” [4].

Se requiere establecer metodologías que permitan extraer la información de pertinencia y proporcionar información para realizar la toma de decisiones; de aquí la importancia de búsqueda de estrategias en las diferentes disciplinas de la ciencia de datos e inteligencia artificial. Se pretende dar prioridad a los objetivos de los Programas Nacionales Estratégicos (Pronaces) Agua y Vivienda [3], en este punto se han identificado datos abiertos para ambos pronaces y se establece una estrategia para identificar variables de interés entre ambos conceptos, cuya finalidad será evaluar la relación del consumo de agua y el crecimiento de las ciudades de acuerdo con los

datos recuperados. Se requiere hacer un análisis preliminar del conjunto y el análisis de modelos descriptivos, se establecerán estrategias para analizar el conjunto de datos final y realizar su análisis prescriptivo.

## **Referencias**

1. Breña-Naranjo, A.: Hacia una política nacional de datos abiertos e inclusión digital en el sector hídrico. *Perspectivas IMTA*, vol. 2, no. 38 (2021) doi: 10.24850/b-imta-perspectivas-2021-38
2. Cámara de Diputados: Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos: Página oficial (2024) [www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpeum.htm](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/ref/cpeum.htm)
3. Consejo Nacional de Humanidades, Ciencias y Tecnologías: Programas nacionales estratégicos. Agua y Vivienda (2024) [conahcyt.mx/pronaces/](http://conahcyt.mx/pronaces/)
4. Gobierno de México: Política de transparencia, gobierno abierto y datos abiertos: Página oficial (2024) [www.gob.mx/sfp/documentos/politica-de-transparencia-gobierno-abierto-y-datos-abiertos?state=published](http://www.gob.mx/sfp/documentos/politica-de-transparencia-gobierno-abierto-y-datos-abiertos?state=published)
5. Instituto Nacional de Estadística y Geografía: Demografía y sociedad, vivienda: Página oficial (2024) [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)
6. OpenET: Página oficial (2024) [explore.etdata.org](http://explore.etdata.org)
7. Organización de las Naciones Unidas: Página oficial (2024) [www.un.org/es](http://www.un.org/es)
8. Padilla, R.: Una persona necesita 100 litros de agua al día. *Organización Mundial de la Salud, Gaceta UDG* (2024) [www.gaceta.udg.mx/una-persona-necesita-100-litros-de-agua-al-dia-oms/](http://www.gaceta.udg.mx/una-persona-necesita-100-litros-de-agua-al-dia-oms/)
9. Ramos-Bueno, A.: Análisis socio-espacial del uso doméstico del agua en la Ciudad de México. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Autónoma de México (2016)
10. SASGIS: Imágenes satelitales (2024) [www.sasgis.org](http://www.sasgis.org)
11. Secretaría de Gobernación: Diario oficial de la federación: Plan nacional de desarrollo 2019-2024 (2024) [www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5565599&fecha=12/07/2019#gsc.tab=0)
12. Townsend, A., Zambrano, P.: Big data urbana: Una guía estratégica para las ciudades. Banco Interamericano para el Desarrollo: Página oficial (2024) [publications.iadb.org](http://publications.iadb.org)
13. Vázquez, H., Scetta, A., Piedrafita, C.: URSA una herramienta para guiar la planificación urbana con datos satelitales (2023) [blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/ursa-una-herramienta-para-guiar-la-planificacion-urbana-con-datos-satelitales](http://blogs.iadb.org/ciudades-sostenibles/es/ursa-una-herramienta-para-guiar-la-planificacion-urbana-con-datos-satelitales)