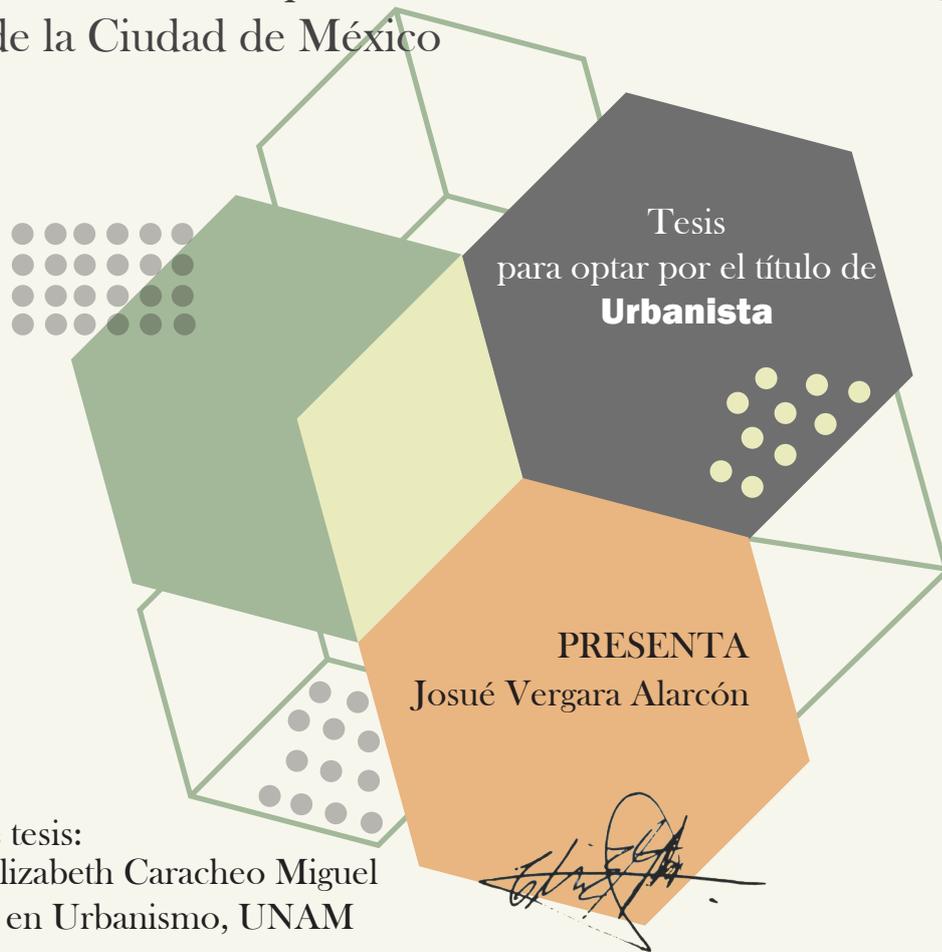


# CityOS: UN ECOSISTEMA DIGITAL INTERCONECTADO

Generación de datos a partir de métodos no tradicionales,  
el caso de la Ciudad de México



Tesis  
para optar por el título de  
**Urbanista**

PRESENTA  
Josué Vergara Alarcón

Directora de tesis:  
Dra. Celia Elizabeth Caracheo Miguel  
Licenciatura en Urbanismo, UNAM

VoBo 30/08/2022

Asesores:  
Dr. Marcos Noé Maya Martínez  
Estudios Regionales CEDRUS, Posgrado de Economía, UNAM

Mtro. Gustavo Camacho Palacios  
Facultad de Ingeniería, Dpto. de Ing. Computacional, UNAM



México, CDMX a  
21 de agosto de 2022



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



# Agradecimientos

Cuando propuse la idea que yace suscrita en este trabajo no me imaginaba el enorme viaje que conllevó, parecía algo fugaz, un requisito académico más, donde dicen que la teoría se refiere a cuando lo sabes todo, pero nada funciona, que la práctica es cuando todo funciona, pero nadie sabe por qué y en mi caso, la teoría y la práctica estaban combinadas, es decir, nada funcionaba y no sabía por qué.

A lo largo de esta aventura he cambiado significativamente, puedo asegurar que he crecido mucho y me siento agradecido por ello, por coincidir con tantas personas que indirectamente aportaron numerosos indicios de lo que podría llegar a ser y donde yo sólo fungí como un director de orquesta, buscando la armonía en el desorden, porque como dicen, innovar es el arte de combinar ideas y, como no somos dueños de nada, ni siquiera de nuestra realidad, dedico estos esfuerzos que me llevaron al límite de la paciencia a toda esa gente que sin saber fue parteaguas del antes y después de esta etapa tan confusa y extraña que puede llegar a ser el término de los estudios universitarios.

En este sentido, sin la guía de la Dra. Caracheo como aliada fundamental en todo este proceso, estoy seguro de que no habría llegado a este punto en donde a pesar de las diversas complicaciones que me rebasaron, su enorme paciencia y compromiso marcaron la pauta para reforzar el compromiso que adquirí.

Además, le debo en gran parte de mis conocimientos adquiridos a lo largo de tantos meses a Ricardo Mirón, Fernanda Ochoa y a Rodrigo Martínez quienes, a pesar de sus cargos tan ocupados como directores de operaciones, de producto y como CEO en diferentes compañías respectivamente, se dan el tiempo para compartir sus enseñanzas y con quienes descubrí todo un mundo fascinante y aterrador al mismo tiempo.

A mis primos Ana y Carlos, con su gran ejemplo como seres humanos, admirables en muchos de los sentidos y quienes directa e indirectamente han contribuido en mi proceso académico posibilitado que sucedieran muchas cosas que jamás en mi vida me imaginé que llegarían a pasar.

A mi buena amiga Edna, que sin importar cuánto se han distanciado nuestros caminos ha sido siempre la definición de “un buen amigo”, alguien en quien he encontrado refugio y conexión en muchos sentidos, a quien estimo más allá de lo que puedo ver e imaginar.

Por último, el mayor de los honores y a quienes me debo hoy y siempre, mi familia. Ya que mis padres Alicia y Antonio lo han dado todo para permitirme llegar al momento. A mis hermanos Mariela y César, quienes sin saberlo me salvaron más de una vez con su calidez y compañía, a quienes les deseo la felicidad plena y más éxitos que los que lograré concebir en mi vida. A estas cuatro personas se limita todo y a quienes las palabras nunca me han terminado de alcanzar.

## ÍNDICE

Introducción.....	4
Planteamiento del problema .....	7
Objetivo General .....	9
Objetivos específicos .....	9
Hipótesis .....	10
Justificación .....	10
Metodología de abordaje .....	14
I. Capítulo Primero: tecnologías de la información y Smart Cities.....	19
I.1 Las TIC's y sus implicaciones en el espacio .....	22
I.2 El concepto de ciudad inteligente, limitantes y oportunidades .....	23
I.2.1 Atributos de una ciudad inteligente .....	24
I.2.2 La industria 4.0 .....	28
I.3 ¿Cómo se integra la información en los sistemas operativos para las ciudades? .....	35
I.3.1 La transición hacia la digitalización de las ciudades.....	41
I.3.2 Oportunidades y retos para ciudades en transición.....	43
I.4 La planeación estratégica para el desarrollo e innovación incluyente .....	47
I.4.1 Participación en el proceso de planeación .....	51
I.5 Aplicación de la tecnología para el mejoramiento de sistemas de transporte en el mundo.....	56
I.5.1 Caso de Singapur .....	56
I.5.2 Caso de Barcelona .....	59
I.5.3 Caso de Columbus .....	61
II. Infraestructura digital en CDMX (ventajas y oportunidades) .....	63
II.1 La infraestructura digital vigente en la Ciudad de México en el ámbito del transporte .....	63
II.1.1 Marco legislativo .....	67
II.1.2 Estrategia de Inteligencia Artificial .....	70
II.1.3 Comparación entre casos de éxito y la CDMX .....	73
II.1.4 Sobre la infraestructura digital de la Ciudad de México.....	81
II.2 Ventajas y desventajas para la aplicación de un modelo digital en la CDMX .....	97

II.3.1 Sobre las desventajas .....	97
II.3.2 Sobre las ventajas .....	101
III. Ecosistema de cityOS basado en la seguridad vial.....	104
III.1 Descripción de problemática.....	104
III.2 Elementos básicos y diseño conceptual cityOS.....	110
III.3 Plan de financiamiento.....	118
III.4 Resultados del ejercicio práctico.....	123
IV. Conclusiones .....	139
V. Referencias.....	143

## Introducción

La planeación urbana conlleva necesariamente un trabajo multidisciplinar entre profesionistas de todas las áreas del conocimiento impulsando propuestas de cambio y reestructuración de forma simultánea debido a que ninguna actividad humana se encuentra aislada de otra, lo cual transforma a las ciudades de forma constante. Una de las metodologías más utilizadas para asegurarse de que los cambios tendrán el efecto deseado es el análisis prospectivo, el cual *“actualmente se convierte en un proceso desencadenante de la innovación y contribuye a hallar nuevas respuestas, no sólo desde el punto de vista tecnológico en la búsqueda de nuevos productos que lleguen a los mercados, sino también desde el punto de vista de la innovación cognitiva, social e institucional”* (Javier Vazquez Medina, 2014, pág. 43). También se puede entender a la prospectiva como el “conjunto de análisis y estudios realizados con el fin de explorar o predecir el futuro en una determinada materia” en palabras de la Real Academia Española (2022), aunque, por otro lado, según la OCDE citada por Cortezo (2001), la prospectiva consiste en tentativas sistémicas con el objetivo de observar a largo plazo el futuro de las diferentes esferas del conocimiento y de la sociedad para así identificar las tecnologías emergentes que con gran probabilidad producirán los mayores beneficios en términos económicos y sociales.

Es posible deducir que los esfuerzos por entender el comportamiento de las ciudades, sus necesidades, las fortalezas y debilidades que poseen para tomar decisiones que permitan mejorar la calidad de vida de sus habitantes y asegurar el pleno ejercicio de sus derechos humanos, ha sido un esfuerzo constante desde todos los sectores (público, privado, académico y social), ya que adelantarse a las problemáticas y efectos de nuestras actividades que se desarrollan en el presente es una enorme ventaja que permite sacar el mayor provecho posible al esfuerzo empeñado y los recursos utilizados para tal fin.

Este trabajo se enfoca en revisar el sector público como administrador y autoridad en las ciudades, en el privado como posibilitador del cambio, en el académico como fuente de innovación y en la ciudadanía como la sustancia vital de la transformación del entorno, así como la validación de cualquier proyecto para que todas sus etapas se alineen de acuerdo con sus necesidades. Si bien no se soslaya que existen otros sectores involucrados como lo podrían ser; comerciantes, profesionistas de diferentes áreas, entre otros, para los propósitos del presente trabajo no se abarcará a profundidad el rol o influencia de estos actores salvo algunas excepciones donde sea requerido.

Desde el año 2001 con el Plan Nacional de Desarrollo y hasta en los últimos años, se han impulsado nuevas herramientas e instrumentos para la planeación en México, como son las bases de datos sobre aspectos socioeconómicos, infraestructura física, económica y social, entre otros elementos territoriales disponibles en plataformas digitales de las instituciones públicas, las cuales junto con los Planes de Desarrollo Regional, Estatal, Municipal -entre otros instrumentos- establecerán en conjunto la

direccionalidad de las acciones del presente para ayudar a un desarrollo equilibrado (donde el fortalecimiento de las actividades económicas particulares de cada región se procure en igual medida, buscando superar las desventajas que las diferencias contextuales y sociales generan en el territorio) entre localidades rurales y urbanas, para así mitigar las problemáticas y resolver las necesidades particulares de cada zona. No obstante, como lo veremos a lo largo del trabajo, se han tenido limitantes y conflictos en la coordinación y ejecución de estos procesos de ordenamiento territorial, así como la ardua labor sobre la obtención, almacenamiento y divulgación de información verídica, actualizada y accesible.

De hecho, la gran problemática de México como país se desarrolla alrededor de los datos, desde su generación hasta su interpretación, ya que aún se sigue recurriendo al muestreo tradicional, en otras ocasiones se requieren constantes actualizaciones debido a cambios repentinos como lo ha sido el cambio climático del cual ya estamos experimentando sus efectos, así como muchos otros ejemplos que desaceleran los procesos de análisis territorial colocando al país en una posición desventajosa.

Las ciudades inteligentes, también conocidas como Smart Cities, han surgido como una posible respuesta a la renovación de la infraestructura y como parte de un inevitable cambio en la forma de habitar los espacios, las prácticas de consumo, las relaciones interpersonales, entre otros cambios que se reflejan en el medio ambiente construido.

El término “Smart o inteligente” en este sentido, ha generado controversia e inclusive dudas sobre su pertinencia, ya que como bien lo señala Cocchia (2014) dependiendo de los objetivos con los que se mida o catalogue, en realidad todo podría ser considerado inteligente, más como analizaremos en el primer capítulo de este trabajo, para el caso de las ciudades y de una manera muy resumida, este término en realidad se refiere a una etapa de transición que involucra la adición de la tecnología en las actividades que se realizan dentro y fuera de estos espacios, permitiendo tener un mayor conocimiento de las circunstancias y actuar con mayor pertinencia debido a esto.

En el año 2020, la pandemia provocada por el virus SARS-CoV-2 (Covid-19) “ha obligado a modificar numerosas actividades cotidianas como la educación, el trabajo y las prácticas de consumo, impulsando todavía más el desarrollo tecnológico, mientras al mismo tiempo se crean nuevas oportunidades y retos que eventualmente se anunciarán” (BID, 2020, pág. 10).

Ejemplos como el anterior tan solo continúan reforzando la incógnita de nuestro país, ¿México está en condiciones de sobrellevar estos cambios? De primera mano ya se pueden sacar algunas conclusiones obvias, sin embargo, para comprender mejor su situación actual referente al ámbito tecnológico-urbano, se tomarán como referentes empíricos los casos de las ciudades de Barcelona, España y Columbus, Ohio, los cuales facilitarán la comprensión de algunas de las características más relevantes en el ámbito de las Smart Cities y cómo es que actualmente ya se han obtenido resultados contundentes sobre el uso de la tecnología para beneficio de las ciudades, tomando en

consideración datos generales como lo es el PIB per cápita, la Inversión en investigación y desarrollo, la población económicamente activa (PEA) y la población económicamente ocupada (PEO), población total, densidad poblacional, hogares con internet y niveles de pobreza y por último las características referentes al e-governance.

La finalidad de este trabajo va de la mano con el desarrollo de metodologías para la evaluación de las ciudades durante el proceso de planeación y, sobre todo, trasciende a las tareas que han quedado pendientes en las ciudades mexicanas por sus variadas limitantes como lo son la ejecución de normas y políticas digitales efectivas, procesos de inclusión y participación ciudadana, esquemas de movilidad integrada eficientes, entre otros.

Dicha propuesta comprende una serie de elementos que aún están en desarrollo, y que requieren de una importante inversión en cuanto a infraestructura y desarrollo, por lo que pocas ciudades en el mundo disponen de herramientas tecnológicas similares que trabajen de forma homogénea en un mismo ecosistema, dificultando la optimización de su funcionamiento en la ciudad y sus servicios, además de la falta de actualización de protocolos relacionados al aprovechamiento de los elementos tecnológicos que se disponen hoy en día, sin mencionar la falta de una normativa que permita la estandarización y manejo de datos nacionales para su debido intercambio.

A pesar de ello, la prospectiva del sector energético y de telecomunicaciones indica un panorama favorable para su desarrollo, considerando que aquellas ciudades que no se adapten a esta nueva realidad podrían estar en desventaja frente a otras que apliquen procesos más eficientes y con un coste menor.

Es necesario mencionar que dado el enorme espectro de aristas y posibilidades de la aplicación de una Smart City o Modelo Smart, su análisis suele ser complejo y amplio en igual medida, por lo que se ha optado por enfocar la propuesta del caso de estudio al sector de movilidad cuya disponibilidad de información facilita el desarrollo del trabajo y será ejemplo de los beneficios derivados del uso adecuado del internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés) y otros recursos aplicables en las ciudades para su desarrollo próspero y equilibrado sin necesidad de un fuerte gasto de los recursos públicos, lo que definiremos en primera instancia como un “ecosistema operativo nacional (cityOS)”, que en general se puede entender como un conjunto de Smart cities y/o localidades con un modelo Smart que se encuentran vinculadas entre sí, compartiendo información y avances de manera ágil y segura.

Una buena analogía que facilita la comprensión de esta idea es la concepción básica del automóvil debido a que, aunque existen modelos con diferentes características, funciones y prestaciones, las diferentes compañías comparten muchas de las piezas que necesitan para su fabricación, lo que les permite beneficiarse entre sí ahorrando costos y tiempo en el desarrollo y producción de los nuevos modelos.

## Planteamiento del problema

Los procesos en la planeación urbana regional, nacional, estatal y municipal se han visto limitados por el acceso a la información actualizada del territorio, lo cual provoca directa o indirectamente que la toma de decisiones, basadas en fundamentos diseñados en periodos anteriores, respondan parcialmente a las nuevas dinámicas y necesidades de la población mexicana, además del elevado costo económico y el largo periodo de tiempo que requiere la actualización de dicha información.

Al menos desde hace una década, las plataformas digitales de las diferentes instituciones y organismos públicos en las ciudades mexicanas se han desarrollado y optimizado cada vez con mayor frecuencia, sin embargo, no ha existido una lógica organizacional que permita homogeneizar la información de cada una de ellas a nivel municipal, estatal y nacional a pesar de la publicación de la Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública (DOF, 2016), que dentro de sus objetivos se encuentra la consolidación de la apertura de las instituciones del Estado mexicano que mejoren la gestión pública a través de la difusión de la información en formatos abiertos y accesibles.

Es importante mencionar que en México no se ha formulado un plan de desarrollo tecnológico de escala nacional donde se considere el ordenamiento territorial como un apartado importante para la evolución tecnológica de nuestras ciudades. Cuando hablamos entonces de este tipo de evolución, es inevitable tener en cuenta el gran papel que tiene la innovación como un proceso arduo y constante dedicado al descubrimiento y desarrollo de nuevas técnicas, protocolos, herramientas, programas, dispositivos y muchos otros elementos que se enfocan en el aprovechamiento eficiente y eficaz de los recursos para obtener los mismos o mejores resultados que en ejercicios previos, denotando la importancia del desarrollo e innovación para la instalación de un modelo Smart en nuestras ciudades.

Ya desde la administración anterior se formuló el Programa Nacional de Innovación (PNI, (2012), el cual se propuso establecer políticas públicas referentes a la innovación, fortalecer la innovación en procesos productivos e incrementar la productividad de la economía, mas no contempla a la innovación como un recurso aprovechable en el ámbito del desarrollo urbano desde un planteamiento integral de los sistemas urbanos como lo es el transporte, energía eléctrica, entre otros que ofrecen servicios a la ciudadanía, más no fue sino hasta la publicación del Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (2021-2024) que se comenzaron a establecer estrategias y acciones puntuales para múltiples propósitos de entro los cuales se contempla la reestructuración del tejido social, la disminución de la dependencia tecnológica y el acceso universal al conocimiento, a través de acciones concretas que se establecieron en la estrategia prioritaria 6 que se conforma, por ejemplo, por el desarrollo de estándares de metadatos, acceso informático, catalogación, archivamiento y preservación de datos, mientras que por otro lado también se busca analizar y elaborar normas y regulaciones para el intercambio de datos entre instituciones públicas, la implementación adecuada de repositorios nacionales, además de favorecer la integración, actualización y accesibilidad

de repositorios y bases de datos sobre temas en concretos y también a la interconexión de estos con los de otras entidades del sector para mejorar la gestión material y humana de los esfuerzos en investigación e innovación, incrementando su aprovechamiento en la toma de decisiones de política pública, todo esto dentro de la estrategia prioritaria 6 (CONACyT, 2021)

Las propuestas frecuentes que aparentan ser efectivas en la resolución de conflictos sociales, económicos, políticos y de género terminan desaprovechándose debido a que no existe un plan de actualización o evolución de dichas acciones y si lo hay no se ejecuta adecuadamente, como lo ha sido el uso de cámaras de vigilancia en las unidades de transporte público, que si bien sirven como evidencia y testimonio de las actividades criminales, en realidad son elementos pasivos con los cuales no se previene el delito ni se da atención oportuna a estos hechos cuando llegan a suceder, por ello regularmente pocas veces es posible ver resultados contundentes que los ciudadanos puedan reconocer como fortuitos, dejando a estos como solo un “ejercicio” más.

Otros ejemplos que se añaden a la lista también tienen que ver con las cámaras de vigilancia que se complementan con los botones de pánico, ya que, aunque es importante aclarar que dichos servicios han arrojado buenos resultados en algunos de los casos para atender emergencias como incendios de inmuebles, así como en la detección de sitios clave donde ocurren con mayor frecuencia casos de violencia de género o la atención de los servicios de salud para la ciudadanía en general, mas no ha sido aprovechado en la magnitud esperada, ya que aunque existen los protocolos de atención, siempre se ha solicitado a la persona que hizo uso del botón su ubicación e identificación, lo cual y esto ralentiza la atención a estos casos cuando podría estar preconfigurado cada módulo y al momento de que se presione el botón mandar estos datos predeterminados a la central agilizando el proceso. Por lo anterior se invita a reconsiderar las acciones pertinentes sobre estas propuestas para realizar los cambios correspondientes y con ello mejorar el servicio a la ciudadanía.

De acuerdo con el índice Cities in Motion (2016), la Ciudad de México en comparación con otras ciudades mexicanas, es una de las que tienen un mayor avance en la implementación de tecnología dentro de sus actividades administrativas a nivel nacional, sin embargo, a pesar de ello no se ha notado un avance significativo en el ordenamiento territorial y de actualización de su infraestructura. Para su evaluación se consideraron solamente tres ciudades mexicanas; la Ciudad de México en la posición número 100 a nivel mundial, Monterrey en la posición número 102 y Guadalajara en el lugar 116 a nivel mundial.

En la versión más reciente de este índice y, en concordancia con el Instituto de Estudios Superiores de la Empresa (IESE Business School, 2020), es posible identificar que las dimensiones mejor posicionadas de la Ciudad de México es la cohesión social, economía y proyección internacional, mientras que los renglones peor posicionados resultaron ser medioambiente, seguido por capital humano, gobernanza y tecnología. La varianza de

las dimensiones evaluadas muestra que la CDMX se encuentra entre las ciudades más desequilibradas y vulnerables.

Así pues, muchas otras ciudades y localidades urbanas o rurales siguen con un rezago tecnológico importante, dejando a la población en una situación vulnerable, sobre todo en el contexto de la pandemia, cuyo escenario dificulta todavía más las actividades de la mayoría de la población que ha sido incapaz de agregarse al esquema digital.

Algunos gobiernos en otras partes del mundo, como es el caso de Estados Unidos, China y España, buscan resolver estas y algunas otras problemáticas urbanas, sociales y económicas a partir del uso de sistemas y tecnologías actuales como lo es el internet y las redes sociales, el big data, entre otros, aunque esto le confiera a la ciudad un gasto público extraordinario y requiera eficiente coordinación entre el sector público y el privado durante su desarrollo e implementación.

Es evidente que no todas las ciudades pueden adecuarse a este modelo de “ciudad inteligente” costoso, no obstante, es preciso transitar a pesar de los recursos limitados, dado que una vez puesto en marcha, los costos se reducirán progresivamente y redundará en beneficio para todos los actores que se relacionan en la ciudad, por consiguiente, incrementando el desarrollo de las ciudades con un mayor equilibrio, donde se atiendan las necesidades particulares de cada caso. Considerando las limitaciones económicas, es inevitable pensar en las siguientes preguntas:

¿Cómo es que se puede adecuar y desarrollar, un ecosistema cityOS en México a mediano plazo (30 años a futuro) ?, ¿la Ciudad de México siquiera podría considerarse una Smart City a corto plazo (10 años a futuro)? ¿cuáles son las ventajas y desventajas de generar y administrar datos mediante métodos no tradicionales como el big data o el machine learning para su aprovechamiento en la planeación urbana y la toma de decisiones?, ¿Cuál puede ser su alcance e impacto en el largo plazo (más allá de 30 años a futuro) dentro de la gestión de los servicios públicos como el monitoreo de hechos de tránsito?

### Objetivo General

Analizar a grandes rasgos las variables económicas, políticas, sociales y de infraestructura fundamentales en el desarrollo del sistema cityOS para la Ciudad de México, así como sus virtudes y limitantes para la ejecución de este y comparar dichos elementos con las condiciones resultantes de las acciones que ya se han instrumentado en otras naciones para verificar su nivel de factibilidad tecnológico-social y su contribución a la generación y manejo de datos territoriales actualizados y pertinentes que fortalezcan los procesos de planeación urbana.

### Objetivos específicos

- Evaluar el alcance y efectividad de las acciones de innovación tecnológica para la planeación en la Ciudad de México en el periodo comprendido entre 2010 hasta hasta la actualidad.

- Identificar qué oportunidades, ventajas, desventajas, fortalezas y efectos urbanos tendría el aplicar un sistema Smart en la Ciudad de México desde el punto de vista de la planeación urbana y ordenamiento territorial.
- Verificar la factibilidad del modelo de ciudad inteligente en la Ciudad de México y su posterior aplicación en otras ciudades mexicanas tomando como ejemplo la infraestructura de transporte y el monitoreo de accidentes de tráfico.
- Vislumbrar la problemática que subyace en el contexto de México sobre la generación, posesión y procesamiento de datos a partir del ejemplo de la CDMX, la ciudad mexicana más consolidada del país.

## Hipótesis

La propuesta de un modelo de gestión de datos confiables, relevantes y en constante actualización generados a partir de métodos no tradicionales contribuiría al funcionamiento del sistema urbano (ecosistema cityOS) como una vía para fortalecer la idea de una ciudad inteligente que contribuya a tomar decisiones con diferentes propósitos, tales como; movilidad, planeación urbana y gestión pública. Su diseño e implementación ayudará a mejorar los procesos de planeación mediante una aplicación similar a aquellas que ya están siendo implementadas en ciudades de otros países.

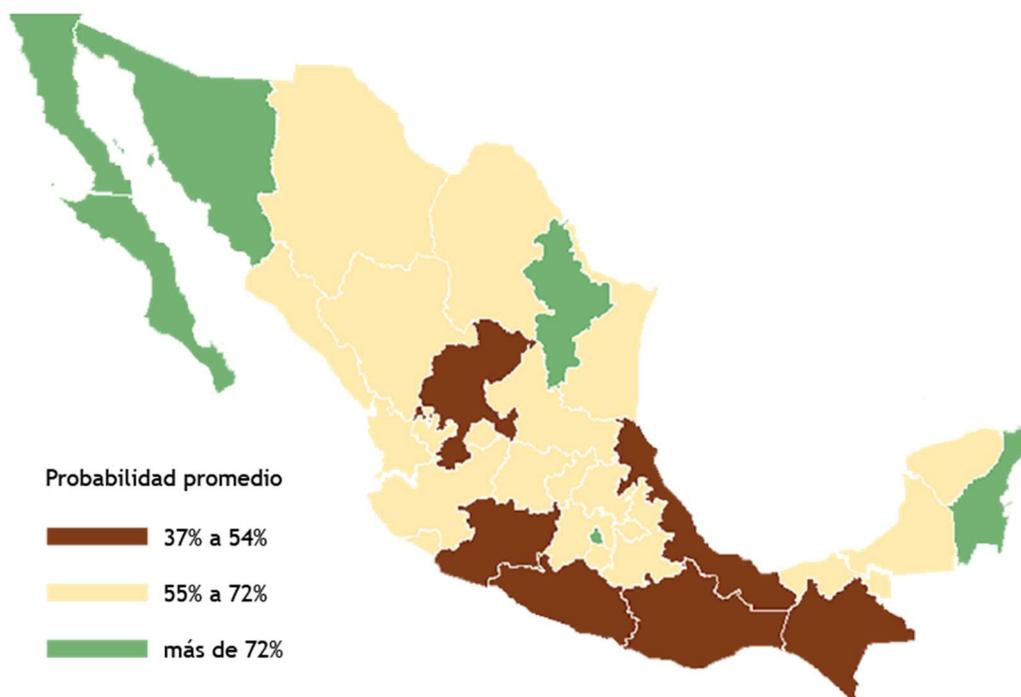
## Justificación

De acuerdo con el Instituto Federal de Telecomunicaciones (IFT, 2018), la prospectiva referente a la telefonía móvil y el uso del internet se consideran tecnologías que van en ascenso en las viviendas particulares, sobre todo dentro de las 49 ciudades incluidas en la Encuesta Nacional sobre Disponibilidad y Uso de Tecnologías de la Información en los Hogares (ENDUTIH)<sup>1</sup>, ya que una persona mayor a 6 años de edad que resida en un entorno urbano tiene el 75.8% de probabilidades de hacer uso del internet y aquellos que residen fuera de las ciudades un 52.2%. En la siguiente ilustración se puede observar que los estados con mayor grado de urbanización poseen una mayor probabilidad de hacer uso del internet, sin embargo, el promedio nacional se posiciona en el 63.9%, donde las principales razones de su uso se refieren a motivos laborales, académicos y recreativos.

---

<sup>1</sup> Las 49 ciudades incluidas en la ENDUTIH son: Acapulco, Aguascalientes, Campeche, Cancún, Celaya, Chihuahua, Chilpancingo, Ciudad de México, Ciudad Obregón, Coahuila, Coahuila de Zaragoza, Colima, Cuernavaca, Culiacán Rosales, Durango, Ensenada, Guadalajara, Hermosillo, Irapuato, Juárez, La Paz, León, Matamoros, Mazatlán, Mérida, Mexicali, Monterrey, Morelia, Nuevo Laredo, Oaxaca, Pachuca, Puebla, Querétaro, Reynosa, Saltillo, San Luis Potosí, Tampico, Tapachula, Tehuacán, Tepic, Tijuana, Tlaxcala, Toluca, Torreón, Tuxtla Gutiérrez, Uruapan, Veracruz, Villahermosa, Xalapa y Zacatecas.

Ilustración 1. Probabilidad de uso de internet por entidad federativa



Fuente: IFT con datos de la ENDUTIH (2017)

Por otro lado, la Estadística Básica Municipal de varios municipios del Estado de México (IGCEM, 2016) menciona que apenas entre el 20% y 30% de las viviendas disponen del servicio de internet, lo cual las posiciona como vulnerables frente a la inclusión de la población en los nuevos procesos de divulgación de la información y toma de decisiones que se reúnen en el ámbito digital. Si se toma en consideración la ilustración anterior, es posible observar que la población residente en el Estado de México es muy probable que requiera hacer uso del internet, sin embargo, la cobertura del servicio en algunas áreas dentro de este límite territorial es menor del 40%, obligando a que deban trasladarse a zonas donde si dispongan de una cobertura estable, o bien, limitando el acceso a la población de atención prioritaria.

Desde el ámbito de la interacción ciudadanos-gobierno, es posible identificar que a nivel nacional el estado de Querétaro y Hermosillo son los estados con un mayor porcentaje de personas que interactúan con el gobierno por medio del internet (37.6% y 36.8% respectivamente), sin embargo, como lo menciona el IFT (2018), el promedio nacional es de 21.8%, lo cual revela que existe poca participación ciudadana en las actividades de interés público que se llevan a cabo dentro del entorno digital. No obstante, en el sexenio pasado se planteó la Estrategia Digital Nacional (2013), misma que planteaba Innovación cívica y participación ciudadana, inclusión y habilidades digitales, interoperabilidad e identidad digital, un marco jurídico como habilitador de esta estrategia y un ejercicio de datos abiertos, lo cual permite interpretar que dichas acciones o no

están presentando resultados significativos o aún se encuentran en proceso de desarrollo.

En el Diario Oficial de la Federación (2021) fue publicada a su vez la Estrategia Digital Nacional 2021-2024 que ha determinado dos ejes de acción fundamentales; política digital en la Administración Pública Federal mediante el uso y aprovechamiento de las TIC para mejorar y transparentar los servicios gubernamentales, así como el incremento de la cobertura de internet a todo el país para combatir la marginación y comunicar zonas de difícil acceso y de bajos recursos, más aunque se tienen consideradas estas acciones, no se establece con claridad un protocolo de acción donde se identifiquen zonas de atención prioritaria, evolución de la estrategia por etapas o cuando menos un método por el cual se evaluarán los resultados obtenidos, el replanteamiento o ajuste del programa y la continuidad de este.

Por otro lado, en las políticas y disposiciones para impulsar el uso y aprovechamiento de la informática dentro de los términos de la Estrategia Digital Nacional (EDN), también se tiene considerado el Portafolio de Proyectos de Tecnologías de la Información y Comunicación (POTIC), el cual se refiere a un conjunto de proyectos estratégicos y operativos que contempla el uso de las TIC dentro de las instituciones que planean implementarlos, mas no menciona ejes u objetivos prioritarios sobre los cuales los proyectos puedan alinearse, como podría ser el caso de participación ciudadana, innovación agrícola, monitoreo de sistemas urbanos, entre muchos otros según el análisis y criterios que se consideraran pertinentes.

Es entendible que la variedad de problemáticas que se adjuntan en el territorio nacional y que siguen pendientes es muy basta, pero la falta de una priorización consciente sobre las necesidades digitales de la población así como algunas otras que podrían ser satisfechas mediante el uso de las nuevas tecnologías no debería tomarse a la ligera, sobre todo debido a que la perspectiva de la ciudadanía es clave en el proceso de planeación, donde las estrategias y propuestas mantengan congruencia con la EDN y las necesidades reales de la población, para que de esta manera dichas estrategias tomen su papel como uno de los elementos cruciales para posicionar a México en un mejor lugar referente a la digitalización y de las TIC's en beneficio de la calidad de vida.

De acuerdo con el panorama presentado, se debe de considerar como inevitable la inclusión de los protocolos tecnológicos en nuestras vidas, sobre todo desde el sector gubernamental cuya función es la de administrar las actividades humanas y que por consiguiente debe estar en constante comunicación con la población. La importancia de entender la digitalización de muchos de los sistemas y actividades tradicionalmente presenciales, así como las oportunidades y desventajas que traen consigo, es más que elemental en la actualidad, ya que muchos procesos de la realidad están cambiando cada vez más aceleradamente en la cadena de comercio, en las diferentes industrias, la educación y muchos otros sectores, sin olvidar que este proceso continuará actualizándose y evolucionando, por lo que aprender tanto y tan pronto como sea posible sobre este fenómeno es indispensable para sacarle el mayor provecho posible.

La necesidad de adaptación frente a estos cambios es cada vez más radical y especializada, por lo que el urbanismo en general podría quedarse limitado en sus diversas actividades si no identifica otras alternativas de análisis con mayor alcance y efectividad. De esta manera, el presente trabajo busca formar parte de uno de los primeros pasos en una aproximación distinta en la comprensión de las ciudades que habitamos, los nuevos riesgos y, sobre todo, las diferentes opciones para adaptar las ciudades a los retos de actualidad como lo es el cambio climático y el uso eficiente de los recursos, la disponibilidad de agua potable y consumo responsable, el ámbito de la movilidad y la reducción de las emisiones de carbono, así como otros procesos de importancia.

Existen diversos estudios sobre una movilidad más sostenible como lo es el Estudio de movilidad con Big Data, elaborado por el Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana de España (2022), el cual propone el análisis del posicionamiento de teléfonos móviles para la definición y cuantificación de la movilidad interprovincial a nivel nacional, mientras que también se han añadido estudios referentes al uso de energía eléctrica desde fuentes renovables como el Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España (2018), en el cual se mencionan como principales resultados el ahorro de 8,547 millones de euros en importación de combustibles fósiles y 899 millones en derechos de emisión de gases contaminantes, lo cual redujo considerablemente el precio de mercado de productos derivados del petróleo y otros beneficios derivados de estas actividades.

Sin embargo, para que todos estos avances y beneficios puedan llegar a ser una realidad en el contexto mexicano, primero hay que resolver la generación, administración, almacenamiento y seguridad de los datos, que además deben ser actualizados constantemente y oportunos para generar un ambiente apto para instalar otro tipo de soluciones tecnológicas como las que se mencionan anteriormente, de manera que se puedan apoyar de esta base.

A pesar de esto, es bien conocido que los múltiples esfuerzos hasta la actualidad por parte de instituciones públicas para generar y distribuir información son limitados, donde por ejemplo, el INEGI suele tener retrasos de 4 a 5 años en los censos de población y vivienda debido a la gran extensión territorial que comprende el país, o bien, en las alcaldías de la Ciudad de México, donde muchas de las veces no se cuenta con planos cartográficos o de carácter urbano digitales, lo que orilla en muchas ocasiones a que los directores de desarrollo urbano acudan al sector privado para actualizar la información de su propia alcaldía implicando un gasto público que bien se podría aprovechar en otras áreas de mayor prioridad si tan solo hubiera una forma de realizar estas actividades de actualización de datos urbanos y rurales en menor tiempo y de manera autónoma.

Una de las aproximaciones que están comenzando a tener cada vez mas relevancia es el uso de plataformas de redes sociales como fuentes de información que se genera desde los ciudadanos, tales como Facebook, Twitter, Instagram o alguno de los servicios de Google, por poner un ejemplo, sitios que contienen millones de datos a los cuales se

pueden acceder mediante la interfaz de programación de aplicación (API por sus siglas en inglés) de cada servicio o plataforma de redes sociales, esta API se usa como un manual que establece las normas y protocolos a seguir para poder consumir y usar la información que se ha generado en estas plataformas (Red Hat, 2022) y que es de tal magnitud que ni siquiera el 1% del tráfico de internet es analizado según la ANUIES (2021) a pesar de los diferentes algoritmos de aprendizaje que ya existen y nos devuelven recomendaciones o sugerencias de videos, artículos nuevos o fotografías, todo basado en nuestra interacción con las aplicaciones, denotando inclusive información nueva que sin estos servicios de redes sociales y el ecosistema digital en general, no existiría.

No obstante, la masividad de datos implica otro de los retos fundamentales a resolver y que comprende justamente el ámbito de su análisis y procesamiento, donde puede llegar a ser caótico y para múltiples equipos de cómputo una tarea complicada para resolver. El big data y la inteligencia artificial, por lo tanto, son piezas clave para manejar estos datos de una manera razonable y que nos permiten beneficiarnos de esto, por un lado, para el procesamiento ágil y rápido de grandes cantidades de datos (big data) y por el otro, el aprendizaje de los resultados, detección de riesgos y oportunidades, así como escenarios a futuro con la ayuda de la inteligencia artificial.

Estas herramientas no terminan de ser una ciencia exacta, contienen errores y limitaciones debido a la naturaleza de los datos tan variada, tanto de datos estructurados como tablas y gráficas como de los no estructurados referentes a videos y fotografías cuyo origen es igual de diverso, por lo que termina por rebasar las capacidades de las metodologías tradicionales de análisis de datos como lo son la elaboración de encuestas uno a uno o las visitas de campo para corroborar las instalaciones de infraestructura y su estado actual.

Por lo tanto, y a manera de conclusión, elaborar una investigación científica más profunda sobre los cambios de la era digital en el ámbito de la planeación urbana referente al tema de las tecnologías de la información y comunicación (TIC's) resulta pertinente y obligada para comprender mejor los cambios que ya se están presentando, de manera que tanto los ciudadanos como las urbes se beneficien de su acoplamiento en las actividades cotidianas de la administración pública y los diferentes sistemas urbanos que conforman las ciudades.

## Metodología de abordaje

El documento se articula en tres capítulos, el primero “tecnologías de la información y Smart Cities” que funge como una introducción teórica a los diferentes conceptos que componen a la industria 4.0 (Geointeligencia, Big Data, IA, IoT, entre otros), así como también da pie a comprender en mayor profundidad a qué nos podemos referir como una ciudad inteligente, cómo es que se compone y vincula con las tecnologías de la información, hablando de la muy importante etapa de transición hacia la digitalización de

las ciudades, sus oportunidades y retos frente a estos cambios y cómo es que se han visto beneficiadas algunas de ellas que servirán como ejemplo para entender en el caso mexicano qué elementos necesitan un replanteamiento que enfoque sus esfuerzos a mejorar las condiciones económicas, tecnológicas y sociales.

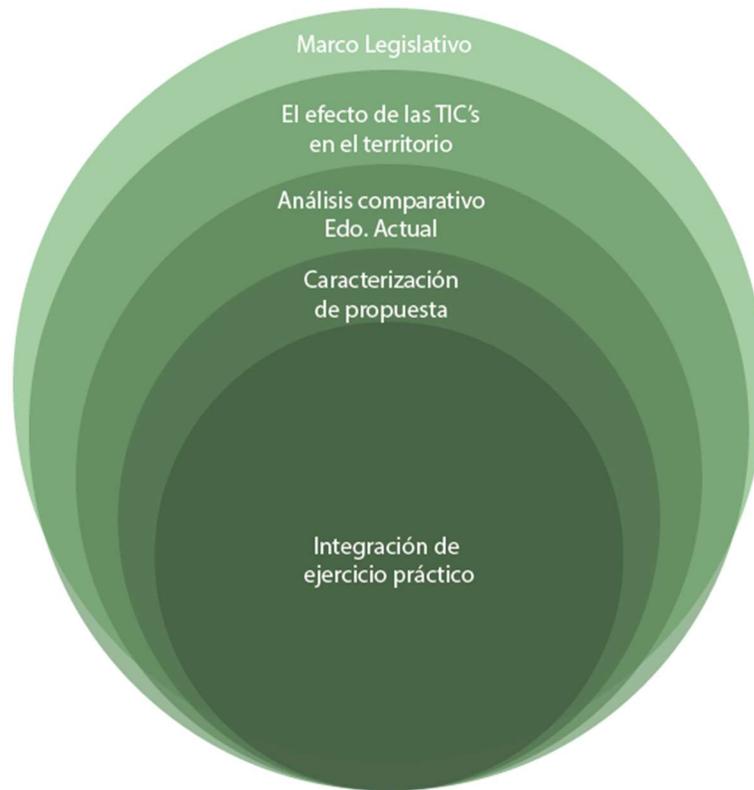
Por otro lado, en el segundo capítulo se analiza la infraestructura digital vigente de la Ciudad de México, desde su marco legislativo hasta su comparación con los casos de éxito, con el objetivo de identificar las virtudes y desventajas que la infraestructura tecnológica y el contexto que la rodea poseen para así proponer acciones específicas e interpretar la posición de la ciudad sobre la viabilidad de agregarse a un esquema de Smart City, donde incluso en el tercer capítulo “ecosistema de cityOS basado en la seguridad vial” se describen los elementos básicos y el diseño conceptual del ecosistema cityOS nacional, tomando como base un ejercicio práctico de Big Data para la obtención de datos territoriales sobre hechos de tránsito, finalizando en el análisis de los resultados y acciones a futuro.

La forma de aproximación de este trabajo es de carácter descriptivo-cualitativo, tomando en consideración un análisis de ejemplos comparativos, es decir, se trata de una investigación exploratoria que busca analizar y explicar el estatus actual de la Ciudad de México en materia de innovación y desarrollo tecnológico con un especial enfoque en el área de la movilidad, así como sus oportunidades hacia el futuro y sus retos en el presente, estableciendo las bases de un panorama general y creando una propuesta para el agregado de una normatividad nacional de estandarización de los datos generados en las ciudades, de la mano de un ejercicio práctico que demuestre una de las diversas formas para generar datos actualizados mediante un ejercicio de Big Data.

Este trabajo se desglosará en 5 etapas metodológicas, principiando con un recuento del marco legislativo que marca las pautas para los proyectos y desarrollos tecnológicos del país, seguido de un análisis cualitativo sobre el efecto de las TIC's en el territorio a nivel general y la recapitulación del estado actual de otros ejemplos de Smart Cities desde las cuales podrá ser comparado el caso de la Ciudad de México para posteriormente establecer los criterios para la elaboración de la propuesta de un ecosistema digital nacional que integre las ciudades y localidades mexicanas.

Dado que un proyecto de dichas dimensiones requiere un gran equipo de trabajo, se limitará a mencionar la propuesta de forma conceptual desde el nivel macro hasta su vinculación con un ejercicio práctico de Big Data sobre reportes de hechos de tránsito cuyos resultados ejemplificarán las aplicaciones y posibilidades de un sistema digital que incluya metodologías, protocolos y tecnologías como la Inteligencia Artificial, el Internet de las Cosas y otros relacionados para su agregación al análisis territorial.

Ilustración 2. Etapas metodológicas



Fuente: Elaboración propia (2022)

Para el presente documento, se respetará la delimitación territorial conforme a los límites preestablecidos a nivel delegacional y estatal en el INEGI a través del Sistema de Consulta de Información Censal (SCINCE 2020), además del censo de población y vivienda (2020) como los datos más actuales disponibles en el momento de la elaboración de este trabajo. Así mismo, se hará una breve mención de los casos de Columbus, Ohio, Barcelona, España y la República de Singapur como ejemplos de ciudades que han propulsado el desarrollo urbano desde el ámbito tecnológico. También se describirán algunos casos particulares de tecnologías innovadoras aplicadas en el transporte urbano como lo son los vehículos autónomos y los vehículos eléctricos de pasajeros como alternativa al uso de combustibles fósiles.

Por otra parte, esta investigación se limitará al periodo comprendido entre 2010 y 2020, con la finalidad de evaluar los cambios más actuales de la infraestructura física y digital de la Ciudad de México, esto con la finalidad de establecer un contexto sobre el tema por lo que en caso de no encontrar información relevante se expandirá este periodo de tiempo según sea conveniente. Cabe aclarar que esta tesis es principalmente un ejercicio exploratorio, por lo que la intención primordial es identificar los elementos más representativos, describir los fenómenos urbanos existentes relacionados con el ámbito tecnológico y comparar la situación actual de la CDMX con otras ciudades del mundo

que ya cuentan con proyectos ejecutándose en el entorno digital y con efectos en el ámbito territorial.

Sobre la caracterización de la CDMX y su ecosistema digital se analizará la infraestructura física y digital de manera muy general a fin de comprender cuáles son los recursos disponibles de la ciudad que estén encaminados a facilitar o posibilitar el desarrollo de actividades relacionadas con la planeación urbana y territorial, como lo son las actualizaciones de Planes Municipales de Desarrollo Urbano, el monitoreo de seguridad pública o el control del catastro público y que podrían ser incluidos dentro de un entorno digital de monitoreo y análisis.

Seguido de ello, se analizarán las principales características del ecosistema digital de la Ciudad de México que se encuentra vigente, así como su integración a nivel nacional, identificando el panorama socioeconómico que atraviesa México según la Confederación Patronal de la República Mexicana (COPARMEX).

En añadidura, se analizarán las variables que limitan el desarrollo de la actualización digital y construcción de infraestructura enfocada en los medios de transporte como uno de los factores fundamentales para el funcionamiento cotidiano de las ciudades y también como ejemplo de la usabilidad y beneficios que desencadenaría un ecosistema digital para las ciudades mexicanas.

De manera adicional se analizarán algunos elementos referentes al panorama socioeconómico y el uso de las tecnologías de la información, como por ejemplo el número de viviendas por alcaldía que disponen de internet en su vivienda, dispositivos por hogar, zonas de cobertura de tecnologías 2G, 3G, 4G y/o 5G, con la finalidad de obtener una mejor noción sobre el panorama socioeconómico que atraviesa México, tomando en consideración elementos que pone a disponibilidad la COPARMEX (2021) e identificar las zonas con rezago tecnológico y dependencia económica que podrían fungir como una de las limitantes en cuanto a la aplicación de un ecosistema digital como el que se está planteando.

Consecutivamente, se realizará una investigación breve sobre el efecto de las TIC en el territorio mediante plataformas digitales de gobierno, notas periodísticas digitales o bien la infraestructura global de Microsoft Azure, procurando identificar los cambios más relevantes de su uso en la configuración socio espacial dentro de las ciudades Mexicanas más consolidadas según el Sistema de Ciudades (tomando en consideración los primeros 3 lugares), con especial atención a los temas de innovación y movilidad.

Las variables por analizar se categorizarán posteriormente según el análisis elaborado para observar cuáles de ellas son limitantes, oportunidades o facilitadores para que un ecosistema CityOS se ejecute en la Ciudad de México. Algunas de estas variables se describen en la siguiente tabla, cuya interpretación reside en tres variables globales que se refieren al *Contexto general, las condiciones de la población y la inversión en investigación y desarrollo (I+D)*. Cada una de estas se construye a partir de parámetros que se enlistan como subvariables, con la finalidad de establecer localmente en cada

variable qué tan afortunada o desafortunada es la situación de ésta dentro del contexto analizado.

Tabla. Variables por analizar

VARIABLES	SUBVARIABLES			
CONTEXTO GENERAL	Aportación al PIB (Sector primario)	Aportación al PIB (Sector secundario)	Aportación al PIB (Sector terciario)	
	Superficie territorial	PIB per cápita (USD)		
CONDICIONES DE LA POBLACIÓN	Población total	Densidad poblacional	Nivel de pobreza	% de PEA en condiciones de desempleo
INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO (I+D)	Presupuesto para I+D con respecto al PIB	Gasto del sector I+D con respecto al PIB	Relación entre Inversión pública y privada	

Fuente: Elaboración propia (2022)

Por otro lado, se elaborará una serie de esquemas visuales que ilustren cómo es que se vincula el ejercicio práctico con el ecosistema cityOS y ejemplificar el funcionamiento de la propuesta. Para este ejercicio práctico se retomará el código de programación en Python para recuperar los tweets sobre reportes de accidentes viales desarrollado por Garibay (2021) para la extracción de datos albergados en redes sociales, mediante geoparseMX. De igual manera, se elaborará un diagrama conceptual sobre el funcionamiento del ecosistema CityOS nacional a manera de ilustrar la idea propuesta. Posterior a la obtención de resultados, se analizarán estos mismos tomando en cuenta la dificultad de su uso, los elementos a considerar identificados durante la construcción y ejecución del ejercicio, así como las oportunidades de mejora en caso de localizar algunas de ellas.

Dada la amplitud que posee un modelo de Smart City al involucrar todos los sistemas urbanos (económico, social, político, ambiental y tecnológico), el estudio se limitará a una perspectiva general en la mayoría de los temas, pero se explicará a mayor profundidad aquellos que confieran una mayor importancia, como lo es el marco legislativo en materia de tecnología, innovación y desarrollo considerando como elemento central su impacto en el territorio como uno de los detonantes de procesos sociales y urbanos.

# I. Capítulo Primero: tecnologías de la información y Smart Cities

“Cambiar de respuesta es evolución. Cambiar de pregunta es revolución”

Jorge Wagensberg.

De acuerdo con el Ministerio de Industria, Energía y Turismo de España (2014), “es una realidad que las personas con el paso del tiempo se están concentrando en las grandes urbes y se espera que en un futuro cercano casi un 60% de la población mundial residirá en zonas urbanas consumiendo aproximadamente el 80% de los recursos del planeta” (Ministerio de hacienda y administraciones públicas, 2014, pág. 1), lo cual puede deberse a diferentes factores, sin embargo, también hay que considerar que las ciudades son los principales núcleos de actividad socio económica cuya infraestructura se torna cada vez más compleja para satisfacer las nuevas necesidades de los ciudadanos.

Marcou (2017), por otro lado, señala el hecho de que dadas las dinámicas urbanas que se han experimentado en las últimas décadas, se han producido nuevos fenómenos de migración intraurbana debido a procesos de segregación y gentrificación, por lo que ahora no solo es necesario ocuparse de atender los conflictos y problemas sociales que la tendencia por habitar zonas urbanas produce en las no urbanas, sino que también es necesario dar atención a los conflictos que se presentan al interior de las ciudades derivado de los cambios en los precios de suelo, áreas de asentamientos humanos dentro de áreas naturales protegidas, y demás elementos que se van derivando de estos acontecimientos.

Un primer acercamiento a una de las causas más relevantes de estos conflictos es a razón de una planeación y ordenamiento territorial desequilibrado y que a raíz de la pandemia por el virus Sars Cov-2 (Covid 19) se evidenciaron todavía más las diferentes realidades de desigualdad económica, haciendo a su vez, más vulnerables a los ciudadanos cuya situación socio-económica no les permitió con facilidad trasladar sus actividades hacia el entorno digital ocasionando, por ejemplo, el cierre de numerosos negocios locales. Cabe destacar que este tipo de procesos se han observado en todo el mundo, sin embargo, es más frecuente en territorios aún en vías de desarrollo o que registran algún conflicto bélico extraordinario como ha sido el caso de Pakistán e Irak y más recientemente el de Ucrania.

Frente a esta situación la ONU en su conferencia Hábitat III (2016) planteó la nueva agenda urbana para implementar objetivos de desarrollo sostenible que contribuyan a la transformación de las ciudades y asentamientos humanos en sitios inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, aunque es necesario considerar que para lograrlo se necesitaría pensar en soluciones distintas a las que ya se han planteado desde hace más de 10

años sin éxito. Es ahí donde surge la pregunta ¿será que el uso de las tecnologías de la información conseguirá dar respuesta ante estas problemáticas y nuevas necesidades?

En el caso particular de México el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), es el organismo encargado de promover el avance de la investigación científica, así como la innovación, desarrollo y modernización tecnológica del país. Sin embargo, el CONACYT en su programa institucional 2020-2024 menciona que el sistema económico neoliberal en México durante los últimos 40 años ha influido infortunadamente en los ámbitos de la sociedad, incluyendo el sector de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI). Principalmente aclara que el financiamiento escaso ha sido el principal factor que contribuye al lento desarrollo y que posiciona al país como dependiente del contexto internacional, lo que se traduce a una posición desventajosa para innovar tecnológicamente y que dichos avances busquen dar respuesta a las dificultades y retos actuales frente a las nuevas necesidades.

### ***La ciudad y sus partes***

Para poder comprender el impacto de las tecnologías en el territorio, es necesario aclarar el vínculo que hay entre ellas y el entorno urbano, sobre todo cuando sus actividades se realizan en el ámbito digital. Una forma de aproximación a esta idea es a través de definir qué es una ciudad, donde sus cualidades posteriormente facilitarán entrelazar estos conceptos.

Desde luego que existen diversas definiciones y determinaciones sobre cómo explicar a qué nos referimos como “una ciudad”, así como también múltiples puntos de vista y perspectivas desde las cuales pueden ser conceptualizadas, sin embargo, una precisión general pero bastante acertada menciona que una ciudad se refiere a “un lugar donde la gente vive y trabaja, y debido a ello, requiere infraestructura urbana que le permita vivir y trabajar de manera colectiva. Dicho lugar generalmente se divide en cuatro sistemas que se interrelacionan y que en conjunto constituyen a las ciudades” (IGLUS, EPFL, 2019, pág. 3).

Debido a esta organización, es posible considerar a las infraestructuras y los servicios como intrínsecamente ligados a la definición de una ciudad y donde dichos servicios son proporcionados a los ciudadanos desde el entorno público, la iniciativa privada o el quehacer cooperativo. Cada una de estas actividades y sistemas han sufrido cambios con el paso del tiempo procurando evolucionar al mismo ritmo que las necesidades de la población y los avances tecnológicos disponibles. No obstante, en los últimos años se añadió una nueva variable, de tal manera que ha rebasado significativamente las capacidades tecnológicas actuales y que representa el inicio de una nueva era.

Se trata de la digitalización y la generación masiva de datos que le acompañan, donde los diferentes sistemas urbanos han procurado hacer uso de ello con la intención de mejorar el desempeño de las actividades que se realizan en las ciudades, ejemplos como

los Sistemas de Información Geográfica, las Bases de datos sobre elementos hídricos, topográficos y otros similares, son recurrentes en cualquier análisis referente al territorio, lo cual ha aportado información significativa mediante la cual se han logrado construir metodologías de prospectiva y toma de decisiones en favor del bienestar colectivo, esta nueva variable hace factible la incorporación de las ciudades en la dimensión tecnológica y por ende da origen a la conceptualización de las ciudades inteligentes.

Sin embargo, el cambio de mayor magnitud y que debemos tener claro es el hecho de que las economías de todo el mundo conservan una relación muy estrecha, al punto que se han hecho interdependientes; de acuerdo con Castells (1996), éstas tienden a funcionar como una unidad sistemática, donde la revolución tecnológica ha sido fundamental para lograr esta reestructuración del sistema capitalista y del cual sin duda queda mucho que argumentar, pero que, de momento basta con reconocer que este fenómeno internacional se ha apoyado en el sector tecnológico mayoritariamente. Inclusive, gracias a esta adición se ha globalizado el estilo de vida mediante grandes cadenas de distribución de alimentos preparados, por ejemplo, McDonald's o Starbucks, tienen sucursales en muchas partes del mundo, lo que ha producido una tendencia a replicar patrones de consumo a pesar de las diferencias culturales de cada país al que se haga referencia, por lo que la experiencia y los productos pocas veces difiere y tienden a estandarizarse a grandes rasgos.

Gracias a esto podemos encontrar muchas más similitudes en la forma de hacer ciudad a pesar de que se trate de contextos distintos, como los europeos, norteamericanos, suramericanos o asiáticos. Si bien es cierto que replicar modelos de cualquier tipo no es la mejor idea debido a las pequeñas o grandes diferencias de la cultura, las condiciones ambientales, la normatividad u otros elementos relacionados, cada vez nos encontramos más cerca de comprender la generalidad de las soluciones para considerar con mayor seguridad su uso en cualquier otro lugar, replicando la conceptualización de las diferentes propuestas y beneficiando a más ciudadanos del mundo indistintamente.

Para que esto pueda tener sentido, la planeación urbana es indispensable, sobre todo cuando en el contexto de la sociedad de la información se ha visto como un ejercicio cada vez más complejo e interconectado, donde modificar una variable puede desencadenar eventos no previstos y derivados de fenómenos externos al problema inicial. Sin embargo, hoy en día se puede hacer uso de diferentes herramientas que incrementan el nivel de éxito de cada ejercicio de planeación.

Un último elemento a tener en cuenta respecto a las ciudades en este ámbito son las ventajas y desventajas de la situación actual sobre el sector tecnológico y de innovación, lo cual resultará crucial para definir los caminos viables, sí es que los hay o si es que requieren construirse, para ofrecer una oportunidad real de desarrollo en las ciudades mexicanas, tomando como ejemplo el caso de la Ciudad de México, una megalópolis que ha concentrado muchos de los servicios disponibles en el país y que podrían facilitar la instalación de un esquema Smart en su lógica organizacional.

## I.1 Las TIC's y sus implicaciones en el espacio

“No es posible resolver los problemas de hoy con las soluciones de ayer”

Roger Van Oech

En la actualidad se pueden observar múltiples opiniones sobre el uso de las tecnologías de la información y cómo afectan nuestras rutinas en diferente sentido y magnitud; desde los infantes, que ahora nacen cada vez en ambientes de alta intensidad de uso de dispositivos digitales y, por lo tanto, capaces de acceder con mayor facilidad a un ecosistema global, o bien, su contraparte en el caso de los grupos de adultos mayores, a quienes se les dificulta adoptar los cambios cada vez más frecuentes en su vida diaria, por limitaciones de acceso o su baja cultura digital mientras que la actualización de los sistemas tecnológicos continúa actualizándose.

Desde luego, las problemáticas actuales exigen un cambio en la sociedad, de manera que cuestionen, analicen y entiendan cómo es que funciona la nueva lógica de vivir en la ciudad de la mano de herramientas tecnológicas, así como los beneficios que esto ofrece y las condiciones de su uso, sobre todo cuando una buena parte de la población es quien habita y modifica las ciudades. No obstante, la interacción humana ha provocado el surgimiento de nuevos problemas a partir de problemas más sencillos del pasado que no fueron atendidos debidamente, ya sea porque en su momento resultaban ser muy difíciles de identificar o porque el problema rebasaba las capacidades de la tecnología disponible u otros motivos.

La idea de aprovechar los avances de manera progresiva no es nueva, incluso en nuestra cotidianidad a menudo buscamos sacar provecho de los recursos con los que ya contamos para crear oportunidades nuevas o soluciones ingeniosas capaces de permitirnos aspirar a una posición con mejores ventajas y beneficios, sin embargo, en el área tecnológica casi siempre hay que dar por hecho la presencia de la obsolescencia programada donde la infraestructura y las tecnologías están obligadas a reinventarse debido a la caducidad con la cual están diseñadas. Sin embargo, en México, así como otras partes del mundo en vías de desarrollo, la imaginación acompañada de la necesidad, permiten extender mucho más el periodo de vida de múltiples infraestructuras, maquinarias y elementos de este tipo, por lo que es así como surge la idealización de cómo vincular la infraestructura nueva aprovechando el desarrollo y avances con los que ya se cuentan y que podrían aprovecharse en pro del desarrollo de las ciudades.

Esta idea permite corregir, mejorar y proponer ventajas competitivas de conectividad, monitoreo y actualización en diferentes escalas y ámbitos de gobernanza, administración pública y muchas otras ramas del conocimiento que son aplicables en el ámbito urbano o que tienen de alguna forma algún impacto en el ordenamiento territorial, como lo podría

ser la conservación del medio ambiente, desarrollo sustentable de edificaciones o la participación ciudadana, por mencionar algunas de ellas.

No solo es necesario, es indispensable, ya que, adelantando un poco el tema de las Smart Cities, éstas no son un estatus final sino un escenario de transición, por lo que tener la capacidad de vincular tecnologías anteriores con las modernas es vital para cualquier caso, cuando menos hasta el momento en el que sea posible reemplazar el sistema completo por otras tecnologías más eficientes.

Algunas preguntas iniciales que habría que identificar en este proceso de actualización tecnológica sería: ¿cómo vincular las tecnologías de la información en los procesos de planeación, implementación y control de las ciudades? ¿ello permitiría observar alguna ventaja con respecto al estado actual de las ciudades?, y por supuesto; ¿qué limitaciones impedirían que fuera posible? En los siguientes subcapítulos se explicarán los atributos que distinguen a una ciudad inteligente, así como dar respuesta a estas preguntas.

## I.2 El concepto de ciudad inteligente, limitantes y oportunidades

Existen diferentes ideas de cómo es que el mundo de las ciudades inteligentes se ha ido construyendo, sin embargo, la Escuela Politécnica Federal de Lausanne (2019) opina que las Smart Cities no son origen de un concepto académico, sino que ha sido impulsado por los comerciantes y abastecedores, que con la idea de mejorar sus condiciones de competitividad frente al resto del mercado procuran innovar sus productos e idear nuevos modelos de negocio que les otorguen ventajas competitivas.

Un ejemplo de ello podrían ser empresas como IBM o Cisco Technology Inc. que promueven el uso de dispositivos, sensores, cámaras u otros dispositivos, lo cual contribuye a la generación de información y al mismo tiempo ofrecen servicios para manejarla y analizarla, por lo que en términos generales son ellos quienes lideran la transformación de las ciudades hacia un tipo de ciudad inteligente que además se encuentra en cambio constante. Algunas de las principales áreas que ya están encaminadas hacia la integración de las TIC's como parte de sus actividades cotidianas son algunos de los servicios y trámites públicos, investigación e innovación, el sector turístico, de telecomunicaciones, la movilidad urbana y el cuidado del ambiente a través de su monitoreo satelital.

Para poder definir una ciudad inteligente es necesario explicar cómo es que las ciudades se integran, ya que, si bien existe una noción básica sobre lo que es una ciudad, será útil tener presentes algunos conceptos clave que permitirán vincular con mayor facilidad la idea de una Smart City o "ciudad inteligente". Si bien el concepto de la innovación tecnológica en el ámbito urbano no es una idea nueva, con el paso del tiempo se ha hecho cada vez más visible, sobre todo desde la revolución industrial donde se utilizaron nuevos materiales de construcción, procesos industriales y derivado de ello, la invención del automóvil, elementos que posibilitaron el desarrollo de las ciudades con una orientación en particular, aunque no fue sino hasta los años 60's donde las tecnologías

de la información comenzaron a modificar la base material de la sociedad a un ritmo constante y progresivo.

Como se ha mencionado, existen diferentes concepciones sobre las “ciudades del futuro”, tales como la Ciudad jardín, Ciudad sustentable, Eco-ciudades, Ciudades verdes, Ciudades compactas, Smart cities y Ciudades resilientes, cada una de estas con objetivos y formas de gobierno particulares. Sin embargo, a menudo se formulan preguntas como: ¿Por qué llamarlas de este modo? y, ¿qué características deben de tener para categorizarlas así?

Por motivos de practicidad, en el presente trabajo se ahondará en la definición de “ciudad inteligente” y el origen de tal concepto, en donde se considera elemental el traslape de las capas digital, social y técnica para el óptimo manejo de las ciudades y que como resultado se mejore la calidad de vida de sus habitantes y su nivel de competitividad.

### ***1.2.1 Atributos de una ciudad inteligente***

Luter (2018) define a una Smart city o Ciudad inteligente como un sistema abierto en aspectos de carácter social, dentro de un entorno económico global y que cuenta además con una forma de gobierno administrada desde el análisis y uso eficiente de los recursos con los que cuenta. Desde luego todavía no es posible considerar a las Smart cities como un estado definido, sino que aún su descripción hace referencia a la transición de las ciudades en este sentido debido a la escasa existencia de ejemplos comparativos que permitan tener una idea más clara sobre qué características debe poseer alguna de ellas para considerarse “inteligente”.

De acuerdo con el Banco Interamericano de Desarrollo (2020), dentro de las principales características de una Smart City se encuentran elementos como; “consumo inteligente” (donde se monitorean los servicios básicos por medio de dispositivos y sensores digitales), “control de la contaminación” (por medio de sensores que detectan gases tóxicos, niveles críticos de temperatura, etc), “seguridad en edificios y calles” (asociado a cámaras que permitan monitorear el tránsito y delincuencia), “semáforos inteligentes” (controlados de manera remota y ajustando el tiempo de intermitencia según el flujo de los vehículos que se presente en ese momento) y “ciudadano conectado” (disponiendo a la población de aplicaciones móviles con alertas en tiempo real sobre información de utilidad).

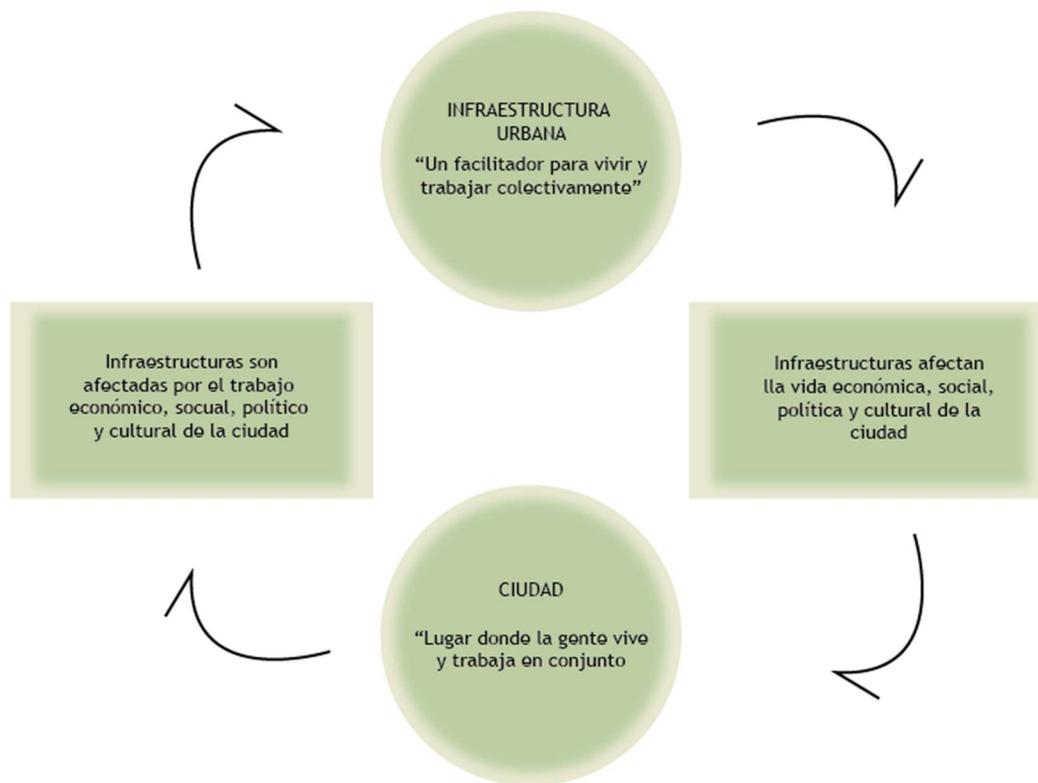
Otra definición reconocida por la Provincia de España al evaluar el “Índice Smart” de las ciudades inteligentes ubicadas en su territorio, define como Smart city a aquella que se apalanca de las TIC’s para mejorar la calidad de los servicios gubernamentales desde una perspectiva inclusiva y accesible que parte de las necesidades de la ciudadanía en su conjunto.

Así como estas definiciones, existen muchas otras definiciones que podrían estar menos o más cerca de precisar con menor tolerancia a lo que debería considerarse una ciudad inteligente, incluso Cocchia (2014) sugiere que la verdad que reside en su definición

todavía es incierta a razón de que los objetivos que suele tener una Smart City a menudo son muy grandes y dependen de cada objetivo en realidad todo podría ser considerado inteligente.

Para precisar entonces una definición coherente sobre lo que debería ser una Smart City tomaremos el ejemplo de Finger (2012)<sup>2</sup>, quien señala que las ciudades pueden entenderse a partir de dos conceptualizaciones básicas. En primer lugar, se trata de un sitio donde la gente vive y trabaja colectivamente, pero para que ello sea posible las infraestructuras urbanas que se interrelacionan y comunican con los distintos sistemas urbanos para facilitar ese convivir y esfuerzo entrelazado que le da vida a las ciudades, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 3. Composición básica de una ciudad



Fuente: Elaboración propia con base en Finger, 2012

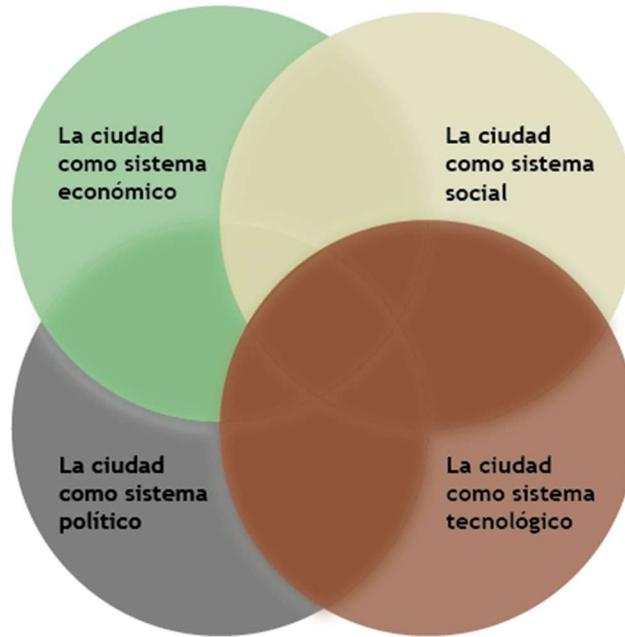
Un hecho evidente es que la infraestructura no interactúa en una sola dirección, también recibe afectaciones por parte de la actividad humana, donde estos cambios y modificaciones directas e indirectas a todos los sistemas urbanos determinan dónde se

---

<sup>2</sup> Es catedrático de Gestión de Industrias de Red en la EPFL desde 2002. Desde 2010 también dirige el Área de Transporte de la Escuela de Regulación de Florencia en el Instituto Universitario Europeo. Es doctor en Ciencias Políticas por la Universidad de Ginebra y miembro de las autoridades reguladoras de los ferrocarriles suizos y de la electricidad suiza.

construirá nueva infraestructura, qué vale la pena investigar sobre ella, qué y cuándo es necesario cambiarla, así como qué tipo de mantenimiento y actualización es el más adecuado.

Ilustración 4. Composición sistémica de las ciudades



Fuente: Elaboración propia con base en Finger, 2012

De acuerdo con la ilustración anterior, la ciudad como sistema económico es considerada como aquella donde existe el intercambio, oferta y adquisición de bienes y servicios de toda índole, regularmente enfocada en la rentabilidad, generación de riqueza y que está directamente ligada a la calidad de vida de los habitantes. Por otro lado, la ciudad como sistema político se entiende como todas las interacciones de gobernanza, ordenamiento territorial y administración pública que regula todo lo existente dentro y fuera de las ciudades, comúnmente conocido por asuntos de interés público que busca hacer valer y dar a conocer los derechos humanos y del ambiente para una coexistencia sana, equitativa y digna, además de fungir como representante de la sociedad y sus necesidades.

La ciudad como un sistema social se refiere a todas las actividades que se ven involucradas en el día a día de cada individuo en todos los aspectos de carácter público e individuales. Dentro de este se incluyen los mecanismos de participación ciudadana, organización colectiva autónoma y varios otros tipos de vinculación social que promueven la inclusión y participación de las comunidades en la toma de decisiones. Por último, se considera a la ciudad como un sistema tecnológico, el cual corresponde a todos los elementos de la infraestructura urbana que participa como la columna vertebral en el funcionamiento cotidiano de las urbes, posibilitando el traslado y comunicación de

los ciudadanos, disponiendo herramientas tecnológicas y servicios básicos que posibilitan preservar y/o mejorar la calidad (EPFL, 2019).

Cada uno de estos sistemas están ligados unos a otros en múltiples formas, escalas y niveles de complejidad, así como cada uno de ellos son interdependientes para su funcionamiento, por lo que, analizar un sistema en particular puede tomar rutas y conclusiones diferentes según el enfoque desde el cual se observe, sin embargo, en el presente trabajo nos enfocaremos principalmente en el sistema tecnológico y sus principales relaciones con el resto de los sistemas en un nivel general.

De esta manera, cada uno de estos sistemas y su retroalimentación implican que las ciudades tendrán determinados rendimientos, los que se medirán en términos de eficiencia, resiliencia y sostenibilidad. De acuerdo con la Escuela Politécnica Federal de Lausana (2019), este alto nivel de complejidad e interdependencia de los subsistemas hace que la gestión y la gobernanza de las ciudades sean difíciles e imprevisibles, limitando la eficiencia de los sistemas a razón de las decisiones y acciones a favor de la resiliencia y sostenibilidad, ya que por lo general existe un elemento mejor optimizado que el resto de los otros debido a la mayor priorización de esa área que se alinea con las estrategias del gobierno en turno.

Es por ello que, cuando se desea encontrar un punto de equilibrio para asegurar el balance de los sistemas urbanos, termina siendo una tarea bastante complicada debido a la escasez y fragmentación de información útil sobre los recursos económicos, tecnológicos y territoriales, así como sobre la cultura misma, lo cual impide que las investigaciones y planes de desarrollo no sean suficientemente precisos, desde el uso de planos técnicos impresos sobre la demarcación territorial (cuando su replicación digital permite hacer cambios con mayor facilidad y replicación del mismo) hasta el común desacuerdo sobre algunos de los límites territoriales registrados en INEGI con respecto a los que defiende el departamento de Desarrollo Urbano de la demarcación territorial que se trate.

Una posible respuesta a problemas como los que se mencionan anteriormente y, que hoy en día se hace cada vez más evidente es la digitalización de elementos relevantes que conforman cada uno de los sistemas, donde es posible monitorear y tener a la mano información en tiempo real o cuando menos suficientemente actualizada para tomar mejores decisiones, establecer rutas de prevención ante desastres, estrategias de gobernanza inclusiva y muchas otras más relacionadas que no solo benefician en el quehacer de la administración pública sino que también a la población al poder recibir mejor atención de las autoridades y plazos de espera menores para la realización de trámites u otros motivos que pudieran ser añadidos.

Es aquí donde entran en juego las ciudades inteligentes y su papel fundamental en la planeación territorial, sobre todo cuando los sistemas en las ciudades se conforman por dos principales elementos: los servicios y las infraestructuras. No estamos refiriéndonos al tema digital de la infraestructura y sensores de una ciudad de manera aislada, sino

que también a múltiples servicios brindados mediante dicha infraestructura que se agregan al entorno tecnológico.

Como se ha comentado anteriormente, la información en la capa digital que se agrega como nueva variable al entorno urbano es elemental para el funcionamiento de cualquier Smart City y cuya presencia ha ido en incremento debido a su propia evolución a lo largo de los años al desarrollar múltiples fuentes de información disponibles hoy en día, como lo son las cámaras, sensores, GPS, teléfonos celulares, y muchos otros dispositivos que usamos frecuentemente de manera directa o indirecta.

Lo cierto es que también se han creado cada vez más dispositivos compactos y de bajo costo, facilitando su acceso y uso masivo causando nuevos retos de los cuales se hablará posteriormente, pero que tienen mucho que ver con el hecho de que la industria 4.0 está sumergiéndose cada vez más en nuestra cotidianidad y que por lo tanto es indispensable comprender algunos de los conceptos que alberga.

### ***1.2.2 La industria 4.0***

Existe un conglomerado de múltiples tecnologías que forman parte de la industria 4.0, entre las cuales se incluye el internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés), la nube o Cloud, inteligencia artificial (AI), big data, realidad aumentada (AR), nanotecnología, biotecnología, entre muchas otras que son avances muy importantes en el proceso de innovación dentro de múltiples sectores, por lo que son además piezas clave que se han incluido en las actividades sociales, económicas, políticas, medio ambientales y de desarrollo urbano en la última década, transformando su funcionamiento. A continuación, se definen algunos conceptos básicos de algunas de las tecnologías de la industria 4.0 que serán retomadas a lo largo del presente trabajo.

#### ***El concepto de la nube***

Hoy en día es muy común escuchar el término “nube” el cual suele ser complicado de comprender o definir cuando no existe conocimiento previo, sin embargo, en realidad se trata de una metáfora que se derivó de los diagramas de red, los cuales son expresados con la figura de una nube lo cual hizo que heredara su nombre. ¿Qué es la nube entonces?, ¿cómo es que funciona?, para responder esto en pocas palabras es posible referirnos a la nube como aquellos centros de datos que se encuentran físicamente instalados en diversas partes del mundo dentro de edificaciones especiales las cuales concentran los recursos necesarios para almacenar y procesar datos, por lo que se considera como una infraestructura computacional física. De acuerdo con Synergy Research Group (2022), existen alrededor de 300 centros de datos en todo el mundo.

La Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (2021) menciona que la primera idea de la nube surgió en 1961 cuando el profesor John McCarthy mencionó la idea de la tecnología de tiempo compartido, sin embargo, no fue

hasta 1997 cuando Ramnath Chellappa introdujo el concepto *cloud computing* que dio origen a las primeras plataformas con aplicación en la nube y en la actualidad, se considera a la nube como el principal motor tecnológico de múltiples soluciones.

Entonces podemos definir a la nube como la renta de recursos ajenos en un esquema de pago por uso al cual se accede a través de internet y que supone brindar múltiples servicios según las necesidades de cada usuario considerando la reducción de costos, mayor seguridad de la información, disponibilidad geográfica, entre muchos otros beneficios.

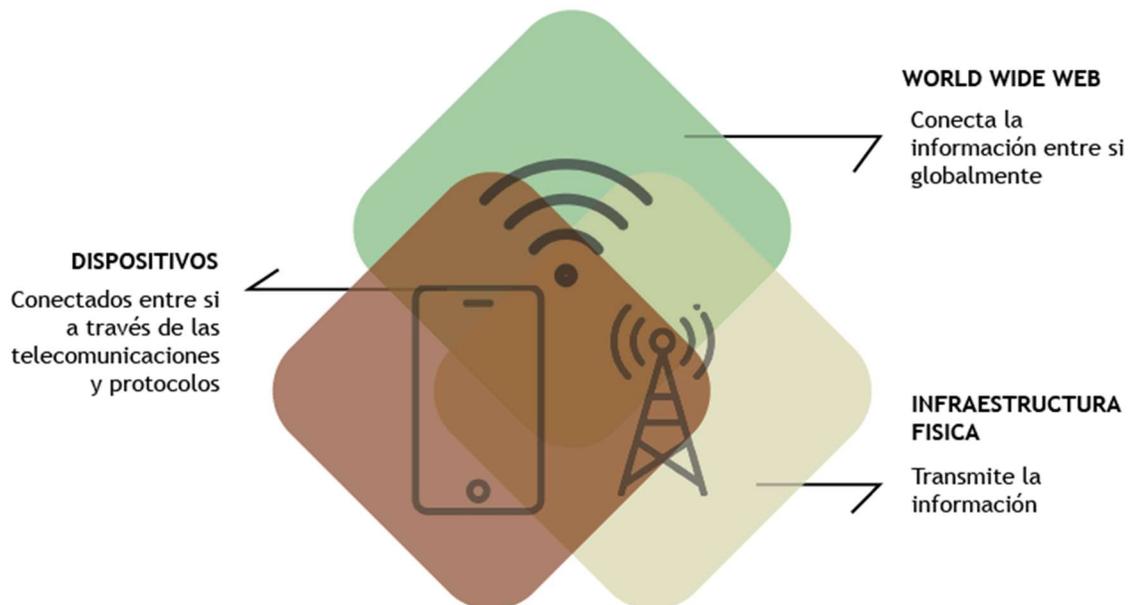
Existen tres tipos de nube según Microsoft (2021), el primero de ellos se refiere a la nube pública que es aquella donde cualquier usuario puede configurar su propio entorno de nube sin importar donde se encuentre y acorde a sus necesidades, mientras que la nube privada está dedicada en específico a satisfacer las necesidades de un particular de forma personalizada, lo que se traduce a que es dueño de la infraestructura y, que solo está disponible para el usuario que lo solicitó y/o configuró, por lo que no está disponible para el público en general. Por último, la nube híbrida es aquella que se refiere a la mezcla de las dos anteriores, un ejemplo de ello podría ser un cliente que cuenta con servidores físicos dentro de sus instalaciones para incrementar el nivel de seguridad de los datos de sus clientes mientras que sus servicios y aplicaciones están desplegados en un centro de datos de algún proveedor como Amazon Web Services (AWS), Google Cloud o Microsoft Azure.

Algunas de las empresas que ya emplean la nube para ofrecer diferentes servicios son Volaris, Telmex, Spotify, Facebook, Twitter, Netflix, Youtube, GoogleDrive, Office365, entre muchas otras más, las cuales usamos de manera regular para recrearnos, convivir y compartir información día a día. Por otro lado, así como estos servicios, otras tecnologías comienzan a rodear nuestro entorno físico, generando y enviando datos a la nube para ofrecernos un mayor control de nuestros hogares, lugares de trabajo y más, por lo que procederemos a explicar brevemente qué es IoT o también conocido como el Internet de las cosas.

### ***¿Qué es IoT?***

Algo importante a tomar en cuenta mientras se habla de las ciudades inteligentes es la forma en que se incluye la digitalización como un intermediario entre la infraestructura y los servicios que se proveen a los ciudadanos, como se muestra en la siguiente ilustración, donde la reducción de los costos de producción masiva han posibilitado que se construyan dispositivos inteligentes capaces de generar datos que antes no contábamos como podría ser la detección de ventanas cerradas o abiertas de todo un hogar incrementando el nivel de seguridad de la misma.

Ilustración 5. Conformación del IoT



Fuente: Elaboración propia con base en Finger, 2012

Pero, así como este ejemplo existen muchos otros dispositivos que pueden realizar tareas distintas y los cuales no solo se limitan a su aplicación en un hogar, por lo que vale la pena recuperar una definición un poco más clara de lo que es el internet de las cosas (IoT). Comúnmente se define por la combinación del internet global World Wide Web (www.) con dispositivos electrónicos que son capaces de generar información y que además son capaces de comunicarse entre sí para múltiples propósitos y tareas.

La Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior o ANUIES (2021) describe que sus primeros indicios aparecieron en 1960 cuando Estados Unidos creó una red militar de comunicaciones la cual permitió generar información útil para entrenamientos y actividades militares para el reconocimiento del territorio. No obstante, treinta años después en 1990 se diseñó la primera tostadora con conectividad a internet gracias a los científicos John Romkey y Simon Hackett, misma que representó la apertura a todo un mercado novedoso el cual, a pesar de los grandes esfuerzos, ha tenido una evolución muy lenta y con el paso de los años se ha ido acelerando progresivamente resultando en más de 30 mil millones de dispositivos conectados mediante internet en la actualidad.

La evolución del IoT ha sido tal que es posible generar, almacenar y transmitir información en tiempo real, lo cual podría traer consigo misma una serie de beneficios en distintos ámbitos donde la existencia de esa información en tiempo real es de vital importancia y representa muchas oportunidades en distintos campos del conocimiento y con aplicaciones como podría ser la prevención del riesgo por actividades naturales, es decir, terremotos, maremotos, inundaciones, entre otros, lo cual muestra que vale la pena tener en mente al IoT para seguir desarrollándolo a la par de otras tecnologías con las

cuales se podrá complementar para identificar patrones, como lo podría ser la inteligencia artificial de la cual hablaremos a continuación.

### ***El uso de la Inteligencia Artificial***

La Inteligencia Artificial (IA) se ha vuelto muy popular últimamente, pero ¿qué es exactamente lo que hace?, ¿cómo es que nos resulta tan útil? Cuando hablamos de inteligencia artificial, nos estamos refiriendo a una disciplina que está relacionada con muchas áreas del conocimiento como lo son las matemáticas, las neurociencias e incluso la filosofía, sin embargo, Santander en el curso British; Introducción a las Habilidades Digitales (2021) describe a la inteligencia artificial como la creación de máquinas, computadoras o robots que puedan aprender procesos por sí mismas y que generen resultados o comportamientos con base en los parámetros desde los cuales fueron creadas y cuya actividad logra tomar decisiones de una forma muy similar a los procesos de inteligencia humana o de animales.

Sus orígenes se remontan a 1936 en la informática moderna donde surge el concepto de algoritmo, posteriormente en 1941 se crea la Z3, primera computadora programable automática, pero no fue sino hasta 1956 cuando nace el término de inteligencia artificial y en 2012 Google creó una supercomputadora que usó Deep Learning para identificar animales como gatos o perros, caras y cuerpos humanos en movimiento. Tiempo después en 2020 los costos de inteligencia artificial en la nube se redujeron considerablemente, y por lo tanto se masificó su uso.

Diversas opiniones sobre el uso de IA han salido a la luz, sobre todo por lo controversial que podría ser su uso, sin embargo, al procurar entender estas posturas podría ser factible diseñar estrategias para evitar que se realicen malas prácticas y en cambio, nos beneficiemos de su existencia. Un ejemplo de estas posturas es la de Ávila (2020), quien señala que con la IA los humanos podrían vivir más de 100 años, gracias a que ésta se encargaría de los problemas básicos o repetitivos como el ensamblaje de piezas e indirectamente ayudaría a reducir el tiempo de su fabricación minimizando la ocurrencia de posibles errores y desperdicio de material, así como evitando que se desarrollen problemas de salud en los trabajadores por malas posturas que se adoptan inconscientemente, o bien, evitar que desarrollen enfermedades debido a su frecuente exposición a químicos o gases contaminantes.

Una visión distinta sobre la inclusión de la IA en el mundo está relacionada con el empleo de personal, ya que se podría correr el riesgo de perder más de 800 millones de posiciones laborales a razón del reemplazo que significa la IA y los procesos tecnológicos, lo cual ha generado una importante pregunta; ¿a qué se van a dedicar estas personas? Kai-Fu Lee, pionero en IA, aseguró que la inteligencia artificial reemplazará el 40% de los trabajos en los próximos 15 años, por lo que ya podemos visualizar algunos de los cambios que vienen como lo son las áreas de auto cobro en los supermercados que ya han comenzado a instalarse en nuestras ciudades.

Aunque se estima que en el futuro existan muchas oportunidades nuevas de empleabilidad, éstas tienden a ser cada vez más especializadas, lo que requeriría una mayor preparación para poder aplicar a cualquiera de estas vacantes y por lo mismo generaría una segregación mayor en la población, inicialmente por la desigualdad de condiciones para acceder a una educación de nivel superior en múltiples partes del mundo, además de la solvencia económica durante esta etapa y las necesidades básicas que no están del todo resueltas en la mayoría de las familias mexicanas debido a los altos índices de pobreza.

Cortés (2020) aclara que la IA necesita que nuestra mentalidad se modifique a lo que tradicionalmente entendemos por la realidad y lo que tradicionalmente hemos conocido, ya que habrá múltiples cambios que podrían producir ciertas reservas. Además, requiere reconstruir y repensar el sistema educativo que es la forma en que transmitimos el conocimiento (muchas veces desactualizado) y que es un elemento importante en la integración de la IA a nuestras vidas cotidianas. Un ejemplo de esta falta de flexibilidad y evaluación de las ciudades es la demora extensa en la actualización de nuestros sistemas de transporte por lo que estamos haciendo uso de tecnologías cada vez más obsoletas y contaminantes.

Existen muchos ejemplos de cómo la aplicación de inteligencia artificial está teniendo efecto en diferentes ámbitos, desde la salud hasta la agricultura, por ejemplo, la Tequilera Sauza se ha beneficiado del uso de drones para supervisar y dar seguimiento a los sembradíos, incrementando los niveles de productividad y calidad de estos, traduciéndose en un producto con más valor. La forma en que operan estos drones, explicado de una manera sencilla, comienza cuando obtienen las imágenes mientras sobrevuelan los sembradíos y las cuales se usan para que la IA pueda revisar visualmente el estado del agave y clasifica las imágenes según los parámetros con los cuales se entrenó para poder decidir si el agave tenía algún tipo de problema o si cumple con las características adecuadas para su cosecha.

Entre las aplicaciones de la IA es el mejoramiento en la estabilidad de la imagen durante la grabación de un video capturado por un celular móvil, la conducción autónoma de algunos de los vehículos donde se analiza el contexto inmediato del vehículo en tiempo real para tomar decisiones sobre cuando acelerar o frenar, la automatización de procesos en fábricas e industrias de paquetería mejorando los procesos de logística, el reconocimiento facial para la localización de delincuentes en vías públicas, entre muchos otros. Sin embargo, existe un punto muy importante para que pueda funcionar de una manera acertada y es el tema de los datos, ya que mientras más información disponga, mejores predicciones y análisis podrá realizar, por lo que la inclusión del Big data es muy importante para su cometido.

### ***Big Data***

Mediante el uso del Big Data es posible identificar patrones como previamente se explicó, aprender de situaciones particulares y predecir posibles sucesos que requieran de una toma de decisiones para asegurar que se transite en la dirección correcta hacia el mejor

escenario posible, sin embargo, esto se ha complicado un poco debido a la enorme generación de datos cada minuto, por lo que para que realmente sea útil esa información, se necesita alguna estrategia para su depuración, manejo y almacenamiento seguro, procurando analizarlos con la misma frecuencia en que se generan.

La ANUIES (2021) señala que el periodista Erik Larson habló por primera vez de la idea del Big Data en 1989, pero no fue sino hasta 1999 que la NASA analizó y publicó un estudio académico sobre este concepto. Más tarde, en 2007 se publicó un artículo en *Wired - America*, que llevó el concepto a las masas y en 2016 el Big Data se convirtió en un concepto de moda.

Uno de los grandes beneficios de la digitalización es la reducción de impresiones para almacenar información, ya que, por cada 30 terabytes por minuto, se necesitarían 2.5 millones de árboles para la impresión de dicha información generada y para transportarla se usarían 50 mil camionetas. De acuerdo con la Universidad de Coruña (2019), en el año 2020 se proyectaba que hubiera más de 50 mil millones de aparatos conectados a internet (IoT), por lo que la generación de datos aumentaría a niveles inimaginables.

En términos generales, el big data considera múltiples usos, desde reportar situaciones de manera instantánea para alertar a las dependencias correspondientes y que estas puedan dar pronta respuesta, hasta predecir o anticipar situaciones y soluciones, de manera que se pueda minimizar el riesgo y subsanar algunas de las vulnerabilidades críticas en la toma de decisiones, servicios públicos, mejorar políticas públicas, entre muchas otras áreas.

Si quisiéramos aplicar esto para las funciones de administración pública primero sería necesario consolidar la confianza de la ciudadanía para hacer “más transparente la recolección de datos, ya que, si se lleva a cabo sin el consentimiento de la población, es posible que sea concebirla como espionaje y que, por lo tanto, múltiples iniciativas de Open Data han surgido” (Universidade da Coruña, 2019, Min. 9.01), donde los ciudadanos pueden comprender mejor la labor de la administración pública y su importancia para la mejora de vidas de las personas en el mundo.

Existe un concepto reciente y particular que habla del tratamiento de los datos para el análisis urbano y cuyas aplicaciones fácilmente permitirían la inclusión del big data en el análisis institucional para elaborar estrategias y rutas críticas de proyectos nacionales, el cual es conocido como Geointeligencia cuyo origen se devela a continuación.

### ***Geointeligencia***

La geointeligencia está definida como el campo del conocimiento que encargado de la obtención, procesamiento y presentación de la información en un contexto espaciotemporal donde se describan y expliquen escenarios, así como la predicción de aquellos que resulten de interés, para que con ello se promueva el proceso de toma de decisiones sustentado en el método científico.

Su origen radica en un contexto bélico donde sus primeras aplicaciones fueron dentro del contexto militar, lo cual era vital para ayudar a aumentar la probabilidad de éxito de cualquier misión, sin embargo, hoy en día este campo del conocimiento se ha diversificado y es aplicable en el desarrollo urbano, economía del conocimiento, desarrollo sustentable, seguridad ciudadana, ambiente y cambio climático, entre muchas otras.

Según Chan (2020), la geointeligencia ha desarrollado un papel importante en el desarrollo del aprendizaje automático, el cual permite tener información oportuna, y cuya tendencia va a la par de la innovación, por lo que en realidad, gran parte del desafío se traduce en la obtención, análisis, sinterización e interpretación de datos donde se espera que los resultados generen inteligencia significativa y útil en el contexto de fenómenos complejos como lo es el análisis y monitoreo de las ciudades, sobre todo debido a las modificaciones de la misma debido a la actividad humana.

Algunas de las fuentes principales de datos para lograr los objetivos de esta área de estudio son las redes sociales, drones, dispositivos GPS, Satélites, Sensores remotos y los sistemas LiDAR, mismos que se utilizan para medir la distancia a los objetos, lo que permite producir datos de elevación precisos y al mismo tiempo es posible mapear con precisión tridimensional paisajes urbanos, el interior de un edificio o cuevas subterráneas. Todas las anteriores pueden usarse para propósitos distintos a los originales, cosa que produce la generación de nuevo valor incrementando su potencial, de esta manera, dichos datos son considerados como “datos accidentales”, Alejandro Villegas (2021) explica que se les conoce así debido a lo inesperado que podría resultar encontrar un segundo o tercer uso.

La geointeligencia y el big data contemplan una estrecha relación entre sí, de hecho, el Instituto de Ingeniería del Conocimiento (2016) señala que la creciente capacidad de almacenar datos a un bajo costo, así como el creciente aumento en la capacidad de cómputo facilitan el manejo de enormes volúmenes de datos en múltiples formatos y a mayor velocidad de procesamiento, elementos que son críticos para el aprovechamiento y explotación de los datos que a diario se generan.

Para concluir con estas definiciones, vale la pena reiterar que todos los conceptos anteriores son muy importantes cuando hablamos de ciudades inteligentes, ya que la inclusión de estos campos del conocimiento, herramientas y técnicas permiten dotar de información oportuna, veraz y actualizada sobre las ciudades y su funcionamiento, permitiendo que los procesos de planeación urbana y ordenamiento territorial a su vez, se vean beneficiados, además de auxiliar en el monitoreo en tiempo real de los cambios y sucesos relevantes que podrían obligar a una reconceptualización de los sistemas y servicios públicos, pero ¿cómo es que esto podría ser posible?, ¿cuál es la forma en la que podríamos vincular estas tecnologías con la ciudad?

### I.3 ¿Cómo se integra la información en los sistemas operativos para las ciudades?

Lobera (2019)<sup>3</sup> menciona que uno de los principales retos es la manera en cómo podrían ser integradas las tecnologías existentes con las nuevas, de manera que trabajen en conjunto y se complementen entre sí para poder maximizar la garantía de los servicios ofertados.

Una aproximación válida para abordar el vínculo de la transición hacia el esquema híbrido de sistemas tradicionales con los modernos es a través de la información que podrían compartir, ya sea generándola o recibéndola, como ocurre con frecuencia en los sistemas de información sobre la movilidad urbana, donde las unidades de transporte del sistema tradicional como camiones de pasajeros, taxis y otros vehículos son quienes generan datos relevantes y que pueden ser medidos y evaluados, como la velocidad promedio, la capacidad unitaria, los tiempos de demora, entre muchos otros tipos de datos que ya se han implementado en diferentes ciudades e inclusive dentro de la Ciudad de México, proveyendo información útil para la administración y optimización de los servicios, reduciendo costos y creando nuevas oportunidades de negocio dentro de una misma actividad, por lo que, en el contexto actual se consideran a los datos como un activo muy valioso, de acuerdo con Kroes (2012), se trata de un recurso esencial para casi cualquier actividad en nuestra sociedad, inclusive varios autores lo consideran “el nuevo petróleo”.

Esto comienza a hacer mayor sentido cuando analizamos los casos de nuevos esquemas de negocios que procuran atender las demandas de un nuevo patrón de consumo que surge a partir de la digitalización y el crecimiento exponencial de las compras en línea dada la cuarentena que dio inicio en el año 2019 por el virus Covid-19, por dar un ejemplo. Para lograr esto, las empresas, organismos e instituciones debían conocer información específica sobre los usuarios, sus intereses y comportamientos en el entorno digital para enfocar los esfuerzos en resolver problemáticas que previamente no se tenían, como es el caso de la alimentación o la educación pública que ahora concebía problemas para agregarse a este nuevo entorno sin previo aviso, significando un crecimiento económico exponencial de empresas como Zoom, quien resultó ser la plataforma más popular para crear reuniones y facilitar este cambio físico-digital.

El uso de los datos actualmente no queda solo en lo superficial de un problema de negocios como el mencionado anteriormente, ya que gracias a las nuevas tecnologías es posible obtener información más amplia y precisa de los distintos procesos en los que participamos día con día, como solicitar un taxi en tu ubicación exacta sin tener que esperar a que por casualidad nos encontremos con alguno que se encuentre disponible, además de obtener información sobre el conductor, qué tipo de vehículo conduce junto

---

<sup>3</sup> Irene Compte Lobera es una consultora senior en la empresa de consultoría Anteverti con sede en Barcelona, España, la cual se especializa en el ámbito de las “Smart Cities” y la eco-innovación.

con sus placas y la valoración sobre la calidad del servicio de viajes previos que ha realizado, garantizando en cierta medida que la experiencia sea de calidad lo cual a su vez brinda tranquilidad al hacer uso de este servicio.

Hace algunos años esto era muy difícil de imaginar, sobre todo debido a la concepción negativa de los servicios de transporte públicos y privados, donde es común que exista una percepción de inseguridad, escasa limpieza y poca atención al usuario generando una experiencia desagradable derivando que muchos usuarios prefieran adquirir vehículos privados como la alternativa ideal. Con este ejemplo podemos comprender que los datos brindan muchos beneficios, entre los cuales se encuentra el empoderamiento y la toma de decisiones fundamentada de los ciudadanos.

Cabe aclarar que aunque existen estos y otros beneficios, la generación masiva de datos considera un gran problema debido a su influencia en la cultura, “un sistema de flujos globales”, como lo menciona Castells, sobre todo cuando se trata de cambios tan acelerados y constantes en el mundo, donde las competencias de los estados nacionales no son suficientes y su modelo organizacional es demasiado rígido para adaptarse a estos y mientras más centralizados estén los servicios y la administración pública del estado más difícil será establecer vínculos entre lo global y lo local.

En palabras de Castells, “la reconstrucción de un estado flexible y dinámico, articulado entre sus diferentes niveles, parece la única posibilidad histórica de superar las tendencias disolventes de la sociedad de la información entre los flujos de poder y el particularismo cuando se introduce una nueva perspectiva en la gestión de las ciudades” (Castells J. B., 2000, pág. 31), sin embargo, no es lo único que se debe tomar en cuenta, ya que existen otros retos principales que tienen que ver con la capacitación técnica necesaria que facilite su uso a los ciudadanos, motivarlos a participar de manera informada e introducirlos en los nuevos proyectos de interés popular, su financiamiento e incluso considerar nuevas formas de interactuar u otros intereses en actividades o servicios que se deriven con el paso del tiempo.

Como mencionamos anteriormente, el concepto de “open data” ayuda a hacer frente a los retos planteados previamente, permitiendo que la ciudadanía se entere de las actividades de la administración pública y puedan formar una opinión propia basada en el análisis de los resultados obtenidos a lo largo de un sexenio y que se encuentren libres de las influencias de los propios partidos políticos u otros actores involucrados, ya que como su nombre lo dice, la tecnología de apertura (openness) concibe información disponible para cualquiera que desee consultarla o descargarla sin ningún compromiso debido a que son esfuerzos colectivos, lo cual se traduce en ciudades más inclusivas y democráticas, con la idea de que a través de la economía circular y la innovación social sea posible crear procesos verdaderamente transparentes y sostenibles desde el punto de vista de la participación social.

La idea a largo plazo de este concepto es posibilitar el uso colaborativo y cooperativo de la información para facilitar la optimización y mejoramiento de la planeación urbana y administración pública a través de la generación de micro acciones de cada ciudadano

complementando y corroborando la información de otros ciudadanos sobre los fenómenos urbanos, impulsando la innovación desde la ciudadanía hacia los diferentes cargos de gobierno y no de la forma tradicional donde los expertos crean un análisis que los ciudadanos no tienen manera de interpretar en la mayoría de las veces y que por lo tanto son aquellos quienes definen un solo plan de actuación que indirectamente impone un tipo de desarrollo rígido ante las nuevas variables que se van agregando.

Ilustración 6. Idealización del Open Data



Fuente: Elaboración propia con base en Finger (2012)

Redondeando un poco el subtema anterior, la noción de una Smart City tiene que ver entonces con la capacidad de ser autosuficiente (producir, almacenar y analizar su propia información), tener comunidades organizadas e informadas (que participen activamente en la toma de decisiones y procesos de innovación), reducir sus emisiones tanto como sea posible (o en su defecto la reducción sustancial de estas para el debido cuidado del medio ambiente que a su vez tiene efectos en la salud de la población) y más gente emprendedora que sea capaz de impulsar los procesos de innovación, hacer más eficientes los existentes y/o crear nuevas alternativas de solución, mientras que por otro lado el hecho de integrar la tecnología de manera transversal en el manejo y gobernanza de las ciudades resulta ser un deber colectivo que requiere discutirse a mayor profundidad para encontrar los sesgos existentes y reducir la incertidumbre sobre el uso y seguridad de los datos, lo cual tendrá por resultado mejorar las condiciones de vida, así como un uso eficaz de los recursos.

Para el caso mexicano resulta todo un tema integrarse a un esquema Smart debido a la escasez de datos, traduciéndose en condiciones económicas carentes y ciudades en malas condiciones en su mayoría, ya que la economía estimula el ordenamiento y crecimiento urbano al estar ligada directamente al uso de la información disponible. A pesar de esto, el hecho de disponer de información no es garantía de aprovechamiento,

por lo que tener las habilidades y conocimientos necesarios para interpretarla y transformarla también resulta ser algo muy importante y al considerar esta parte hay que ser cuidadosos de que la información no caiga en las manos equivocadas representando una gran amenaza de seguridad pública en caso de que se tratase de información privilegiada que dispondría una ventaja incomparable para un grupo de individuos con respecto al resto de la población, incluyendo a funcionarios públicos, lo que sin duda es debatible desde muchos puntos de vista, ya que el poder que genera el hecho de contar con los datos y reconocer su valor facilita que se manipulen a las autoridades que tengan interés en obtenerlos o recuperarlos, lo cual nos hace pensar ¿cuál es el precio de la información? ¿debería ser gratuita? ¿En qué situación lo que se paga por ella es el verdadero costo que tiene? ¿Hay políticas públicas, técnicas o herramientas que permitan evaluar correctamente su valor?

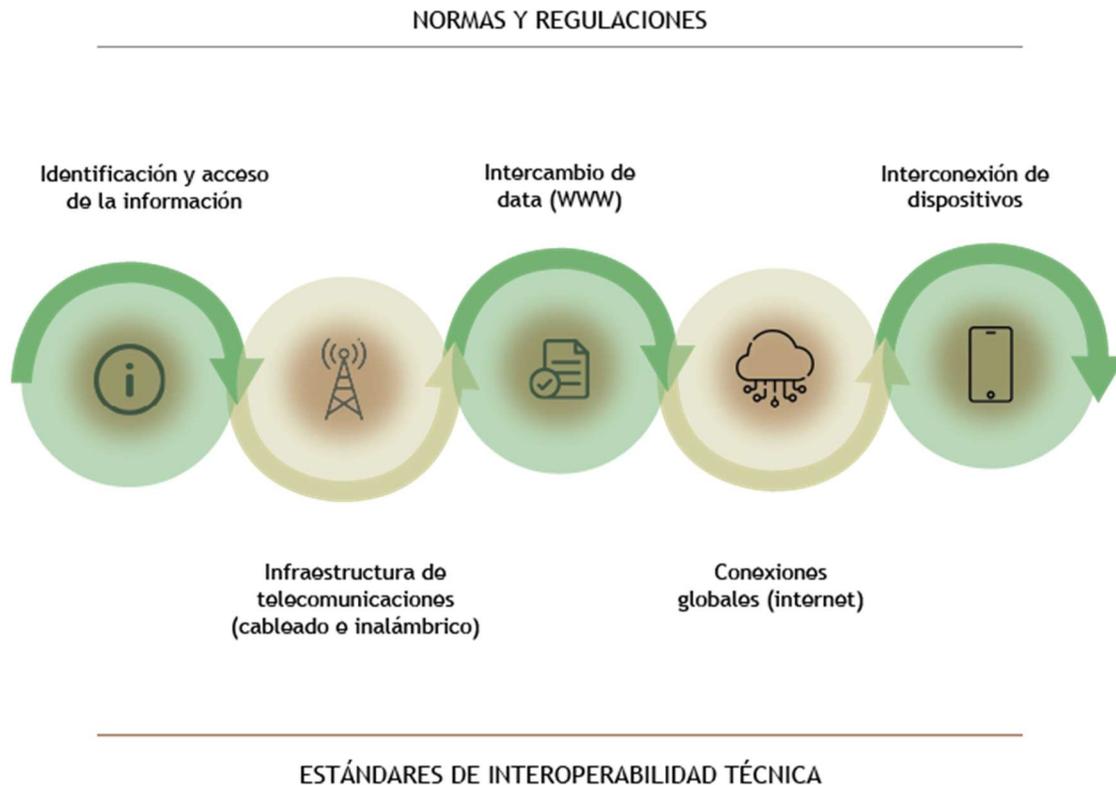
Existen múltiples opiniones sobre el uso ético de los datos, a menudo se cuestiona cuáles deberían de ser de carácter público o privado e inclusive existe un gran conflicto sobre quién es el dueño de estos, ¿los usuarios que son quienes los generan a partir de su información o la empresa que es dueña de la plataforma que permitió que se originen? Se trata de un tema que aún está a discusión y que ha propiciado que distintas iniciativas se estén tomando en cuenta, tal como en los dispositivos IOS que al instalar una aplicación en el dispositivo y usarla por primera vez solicita el permiso de rastrear y acceder a los datos del usuario, sin embargo, el añadido de ofrecerle al usuario que elija si quiere compartir los datos todo el tiempo o solo mientras se usa la aplicación es algo muy relevante, ya que se tienen registros de varios usuarios que reportaron un seguimiento invasivo desde Google hacia sus cuentas de banco, redes sociales y aplicaciones de entretenimiento a pesar de que no se tuviera abierta alguna que correspondiera a esta empresa y que se ejecutó en segundo plano desde siempre.

El “pedir a la aplicación que no registre tus datos” puede parecer una acción minúscula, pero la tendencia referente al tema del uso y aprovechamiento de estos contempla distintas vertientes que seguirán desarrollándose en los próximos años y que ayudarán a incrementar la privacidad, o al menos eso se espera, en un entorno de intercambio global donde es primordial tener certeza de la seguridad, ya que si la información digital no es segura y la privacidad no está garantizada, entonces el proceso de digitalización simplemente no funcionará, sobre todo cuando existen múltiples actores interesados en el proceso de la generación, uso y análisis de la información, además de la complejidad de la interoperabilidad de los dispositivos conectados que siguen diferentes estándares y protocolos dependiendo de la configuración que cada proveedor establezca en concordancia con las leyes y normas de cumplimiento para la protección de datos para evitar futuros problemas relacionados con la localización de la información, el nivel de acceso y los términos de propiedad de esta.

Por lo tanto, al tomar en consideración todas estas ideas y nociones es necesario saber estructurar normas que respondan a estas incógnitas y que al mismo tiempo estén complementadas con un manejo de la infraestructura de la información adecuado. En la siguiente ilustración se desglosan las áreas básicas que se deberían tomar en

consideración para establecer normas y regulaciones indispensables en el contexto actual.

Ilustración 7. Normas y regulaciones básicas para smart cities



Fuente: Elaboración propia con base en Finger (2012)

Como es de esperarse, debido a lo delicado que puede resultar el manejo de datos privados o confidenciales, a menudo en las comunidades digitales y foros de discusión online se comentan preguntas como ¿qué tan bueno es generar y tener información que al final de cuentas no es accesible? ¿quién puede acceder a la información? ¿debería ser abiertamente accesible o estaría restringido el acceso a ciertos usuarios?

Al sopesar que cierto tipo de información confiere una gran demanda puesto que poseerla y analizarla provee de ventajas competitivas, como resultado se tienen múltiples actores que están dispuestos a pagar por obtenerla de manera oportuna, como es el caso de empresas inmobiliarias donde el ritmo de venta, precios de suelo y precios de renta son un activo muy valioso para el negocio que representa el tema de vivienda, el cual, por otro lado, modifica de manera significativa el entorno urbano y puede ser un factor determinante en la exclusión de grupos vulnerables en el territorio, algo que sin duda debería estar mejor administrado desde el sector gubernamental pero que de momento no es el tema central de este trabajo.

Hablando de la administración gubernamental y el tema de los datos, es común encontrar casos donde la administración pública suele contratar empresas privadas para actualizar los planes de desarrollo urbano de distintas demarcaciones donde esta actividad implica la obtención de la información más reciente sobre su propio territorio, el procesamiento e interpretación de esta, así como una proyección a futuro sobre las tendencias sociales, económicas, territoriales u otras relacionadas que son importantes para la toma de decisiones podría ser un elemento que la digitalización podría resolver con facilidad, ahorrando el gasto público y de tiempo de espera que tradicionalmente se emplea para este cometido, no solo permitiendo la toma de decisiones fundamentada sino que también con una mayor capacidad adaptativa frente a los cambios tan constantes que sufren las ciudades.

Para aclarar un poco más esta idea, es bien sabido que hoy día es posible encontrar distintas fuentes de información que son usadas en los procesos de planeación urbana, como lo son las visitas de campo para corroborar información que los sistemas de información geográfica no precisan, está desactualizada o no está disponible al momento de la consulta y que resulta ser vital para comprender el contexto del territorio que es analizado, pero que suponen un costo elevado tanto económico como temporal y que al mismo tiempo se encuentran limitadas a tomar muestras estadísticas, es decir, seleccionando rutas estratégicas sobre las cuales se realizará un recorrido buscando identificar patrones en la infraestructura, actividades económicas locales y otras más de forma manual, haciendo de este ejercicio una tarea sin lugar a dudas laboriosa y que estadísticamente no es representativa para lograr identificar las problemáticas que se presentan en el territorio.

Esta información que es recabada al final del día devolverá un resultado aproximado con cierto intervalo de confianza que, aunque este análisis de situación actual y su correspondiente proyección a futuro sea muy cercana a su realidad, siempre existirán cosas que no se tomaron en cuenta, elementos que parecían poco relevantes para aquel que se encuentre realizando el levantamiento durante la visita de campo pero que de un día para otro podría cambiar significativamente, provocando un problema mayor a los que ya se tenían localizados.

La posibilidad que nos brinda la digitalización en este sentido es titánica, ya que no solo sería más sencillo analizar el territorio, sino que también sería posible analizar en mayor medida muchos de estos detalles e información en un tiempo menor. Un ejemplo de estas tecnologías, como lo señala Zapata (2019) son los sensores remotos, los cuales son herramientas capaces de percibir datos de diferente índole y se eligen unos sobre otros dependiendo del tipo de información que se busca generar y desde los cuales se podría recopilar en grandes cantidades precisando los detalles de fotografías aéreas, el análisis estadístico y otros elementos o actividades de utilidad para la actualización de estrategias, programas de desarrollo y toma de decisiones fundamentada.

Con el uso estandarizado de drones y su gran comercialización a nivel global, ha sido posible emplear su uso en áreas distintas a la recreación o de interés militar, como resulta ser el caso del análisis territorial, dando paso a una nueva manera de capturar

información en zonas de difícil acceso o que se encuentran incomunicadas tras un evento natural, así como otras posibles aplicaciones que esperan a ser descubiertas. De acuerdo con Sánchez (2017), las imágenes que capturan los drones pueden ser analizadas con diferentes herramientas especializadas o software capaz de integrar, almacenar y analizar la información del territorio con geolocalización para su uso con diferentes propósitos.

Un elemento que destacar, sobre todo en la transición hacia la digitalización de las ciudades es la geointeligencia, la cual puede ayudar a entender los fenómenos y sucesos en lugar y tiempo determinado, además de permitirnos explicarlos y prevenirlos debido al registro histórico con el que se cuenta. El curso de Introducción a las habilidades digitales impartido por la ANUIES, Santander (2021) menciona que además se refiere a la explotación y análisis avanzado de datos que hoy en día pueden ser obtenidos desde múltiples fuentes como sensores, sistemas LiDAR, redes sociales, drones, entre muchos otros que hoy en día generan millones de datos de todo tipo, sin embargo, es tal la enormidad de la información diariamente generada que apenas se analiza y procesa el 0.5% del tráfico de internet y se espera que en los próximos años se logre analizar el 35% de los mismos, pero que por lo pronto sigue siendo parte de la problemática del big data.

Aún se están desarrollando tecnologías y sistemas que posibiliten controlar el tráfico de datos, pero sin lugar a duda, el potencial, alcance y aplicabilidad de dichos datos mediante la geointeligencia en nuestras ciudades mexicanas es titánica, ya que proveerá de muchos beneficios en el uso de los recursos naturales, actividades civiles de seguridad nacional, evaluaciones de impacto ambiental, logística y por supuesto, en la planeación urbana de las ciudades, por lo que podríamos argumentar desde esta perspectiva que una Smart City es un estado de transición y no un estadio futuro al cual aspirar llegar, por lo que vale la pena tratar de comprender cómo es que vivimos dicha transición como integrantes de la ciudad en la que residimos, aunque aún queda la pregunta sin responder, ¿hacia dónde es que las ciudades están transitando y que aún no queda del todo claro?, ¿será que en realidad nunca aspiramos a un estadio final al cual llegar y solo cambia el rumbo de la transición en las ciudades debido a la constante evolución que las caracteriza?

### ***1.3.1 La transición hacia la digitalización de las ciudades***

No es de sorprenderse que de un momento a otro las circunstancias cambian, de acuerdo con la teoría del caos, muy bien explicada por Veritasium (2020), un conjunto de sucesos que cambian o evolucionan con el tiempo se considera como un sistema dinámico o complejo, una perfecta alusión a lo que representa la vida y por lo tanto todo lo que se deriva de ella. Principalmente esta teoría abarca un análisis profundo sobre la convergencia de múltiples cálculos y escenarios que en una abstracción muy resumida se refiere a que el desorden, el caos, nos brinda curiosamente ese orden que tanto buscamos y es ahí donde está la clave de la pregunta que anteriormente suscribe.

Constantemente se tienen planes y metas a donde llegar, sueños, deseos o aspiraciones que impulsan la toma de decisiones, el cambio o redirección de los objetivos iniciales según el contexto y los recursos disponibles. Parecería que se habla de un vacío, que carece de sentido ir y venir sin una meta final, pero eso es lo que enriquece la experiencia y la evolución de los seres vivos y por consiguiente su lugar donde viven, sea una ciudad o una localidad de otro tipo. Las circunstancias y mediciones no son definitorias, los procesos pueden mejorarse o erradicarse según lo que se aprenda de su aplicación y por lo tanto, vivir en una constante transición puede permitirnos de alguna manera tener orden e impulsar el desarrollo, algo de lo cual debemos ser conscientes, ya que tradicionalmente, la mayoría de los servicios, negocios y empleos han coexistido en el plano físico desde el inicio de los tiempos, sin embargo, a razón de la era digital y su rápido crecimiento potenciado a partir de la pandemia por la Covid-19, muchos sectores económicos se han ido trasladando hacia el ambiente digital donde algunos comercios ahora disponen de herramientas digitales para la realización de pedidos y entrega a domicilio, para hospedar sus menús en la nube y algunos otros cambios más que ha sufrido este sector.

La transición hacia la digitalización de las ciudades no es más que la mixtura de estos dos planos (el digital y físico) que se complementan entre sí e inclusive posibilita nuevos esquemas de negocio como últimamente lo han sido las aplicaciones de comida a domicilio, envíos y traslado de clientes mediante aplicaciones. Aunque esto no se detiene ahí, también ha propiciado nuevos servicios gubernamentales para ciertos trámites que ahora pueden realizarse por medio de un ordenador y que posibilitan la descentralización de dichos servicios para pasar a estar disponibles en cualquier momento y lugar para los ciudadanos que no residen en las grandes ciudades donde comúnmente se les presta mayor atención.

A pesar de estos cambios positivos que representa la digitalización, como todo, tiene sus desventajas, en especial cuando muchas actividades económicas en el territorio fuesen afectadas durante la pandemia, ya que obligó a todo el mundo a resguardarse en sus hogares (si es que disponían de uno) y por lo tanto reduciendo el tránsito de posibles compradores o beneficiarios en las sucursales físicas de cualquier comerciante, afectando negativamente incluso a compañías transnacionales que no lograron adaptar su modelo de negocios a las nuevas necesidades y las restricciones para el comercio internacional.

Por otro lado, el sector educativo, turismo y cultura también tuvieron estragos considerables debido a la poca capacitación de las personas de la tercera edad sobre el uso de las nuevas tecnologías o por la dependencia de sus actividades que están fuertemente arraigadas al territorio y al tránsito peatonal de clientes potenciales que ahora se encontraban fragmentados por regiones o áreas locales específicas debido a las restricciones que el confinamiento había impuesto con el objetivo de salvaguardar la salud pública en la mayor medida posible y que ahora ha obligado a reconceptualizar la mayoría de los modelos de negocios y operabilidad según el caso, para que con ello se logre fortalecer su capacidad para afrontar los cambios que se presenten en el futuro.

La pandemia por Covid-19 mostró claramente la división de los segmentos de la población y potenció la segregación social haciendo más ricos a los ricos y dejando en condiciones críticas a los sectores poblacionales de atención prioritaria. Por otro lado, la cuarentena también permitió observar que algunos lugares como las universidades públicas como la UNAM e IPN (en el caso de la Ciudad de México) detentan un papel crucial en el proceso de inclusión y movilidad social, algo que sin lugar a dudas es necesario tener en mente para el futuro desarrollo y que puede resultar una carta a favor de la inclusión e integración social, reduciendo los procesos de segregación que puedan derivarse del uso de las tecnologías y que incluso será un reto al cual enfrentarse en las siguientes etapas de nuestras ciudades mexicanas.

A pesar de este hecho, vale la pena reconsiderar algunas de las siguientes preguntas; ¿es necesario realmente continuar con el desarrollo tecnológico o habría que considerar no automatizar algunos de los procesos tradicionales?, ¿adoptar estas nuevas tecnologías ayudará a hacer mejores a las ciudades?, y en dado caso ¿cómo sería pertinente manejar la infraestructura para crear servicios nuevos que respondan a las necesidades de la ciudadanía y que al mismo tiempo mantengan un equilibrio para evitar conflictos de intereses entre los diferentes actores? Si bien existen muchas opiniones al respecto sobre qué tanto reservarse a su uso, es inevitable tener que considerar esta variable en el que hacer de las ciudades futuras y su influencia en el ordenamiento territorial a través de las nuevas prácticas de consumo que cada vez tienen mayor peso y que seguirán evolucionando, lo que sin lugar a duda continuará modificando la forma de hacer ciudad, así como las necesidades de la población.

En este sentido, es necesario tomar medidas preventivas, resarcitorias y claras sobre el uso de estas tecnologías que están tomando un papel crucial y que a razón de ellas se requieren lineamientos que eviten su mal uso o aprovechamiento inusitado a falta de una regulación adecuada y oportuna, eventualidades que ya se han suscitado durante esta etapa de transición, donde el cobro de impuestos aún no está del todo clara, así como la regulación de los mercados digitales que dificultan su manejo internacional, entre otra serie de elementos que se desagregan en un momento donde no solo estamos experimentando cambios a los que debemos adaptarnos, sino que también donde nos encontramos aprendiendo y ajustando los parámetros a medida que avanzamos hacia la digitalización de las ciudades y los subsistemas que las conforman, procurando encontrar el equilibrio entre el pasado y el presente, de ahí la necesidad de evaluar las oportunidades y retos que ayuden a identificar el panorama y que en el mejor de los casos nos brinden luz sobre cuál debería ser la trayectoria de nuestras ciudades para aprovechar lo mejor de ambos mundos, lo físico y lo digital.

### ***1.3.2 Oportunidades y retos para ciudades en transición***

Anteriormente hemos mencionado cómo es que se define una ciudad inteligente, además de mencionar algunos elementos del panorama actual de nuestras ciudades que se encuentran en la transición de convertirse en “inteligentes”. Dado esto, es necesario

hacer énfasis en un ejemplo práctico donde estas tecnologías ya comienzan a tener efecto en el entorno urbano, por lo que a continuación se describe brevemente el caso del transporte y cómo es que las nuevas tecnologías lo han beneficiado.

Daremos inicio a esta exploración a partir de la inclusión del automóvil como medio de transporte para las ciudades, cuya idea y análisis previo al desarrollo de esta máquina identificó una gran oportunidad para el mejoramiento de las condiciones de transporte en términos de eficiencia y eficacia en el pasado, de hecho, Finger (2012) considera que las ciudades y la transportación existieron mucho antes que la invención del automóvil, sin embargo, con su aparición se produjo un panorama revolucionario y llamativo que orientó muchas de las acciones en términos de planificación urbana, como el ensanchamiento de las vialidades y ordenamiento reticular de las ciudades europeas y su replicación en las ciudades latinas, la orientación de nuevas conexiones entre ciudades por medio de carreteras, y otros efectos más que se fueron agregando, acortando de alguna manera las distancias y facilitando el intercambio.

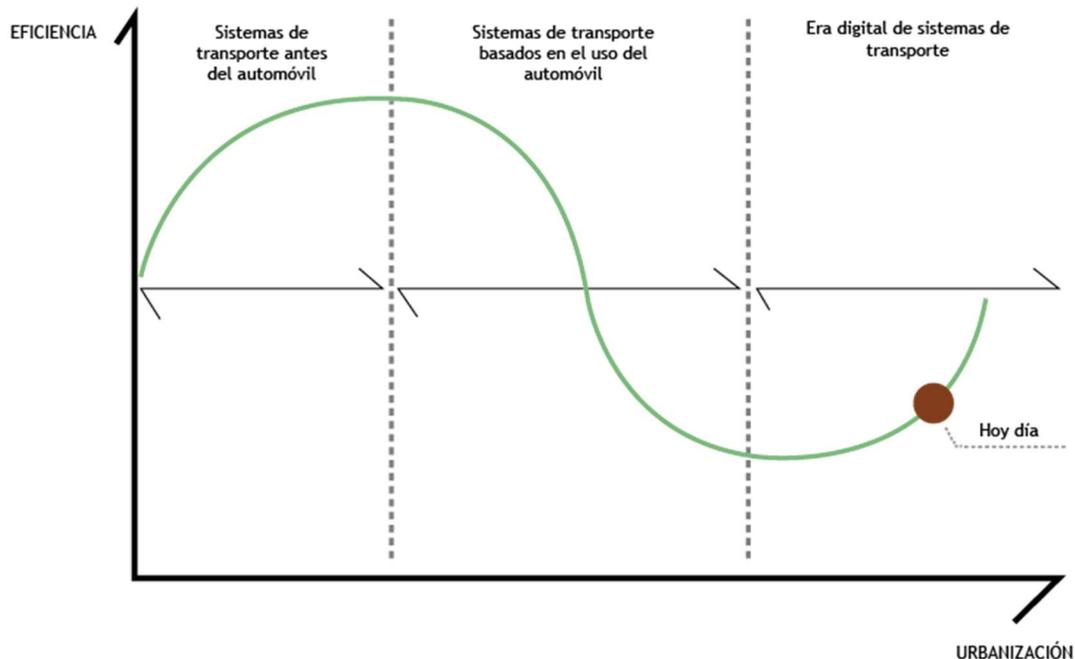
Eventos como lo fueron la invención de la rueda, la máquina de vapor o el automóvil han producido cambios estructurales significativos, sobre todo cuando resultan ser agentes motivadores de la transformación encaminados a un nuevo paradigma y del cual se derivaron múltiples actividades económicas como la comercialización del petróleo, el mercado energético o el industrial. No obstante, a pesar del brillante futuro que prometieron en su origen, la nula posibilidad para visualizar los posibles daños colaterales, como lo es ahora la saturación de vialidades a causa de los vehículos automotores fue un factor que, debido al desconocimiento de cómo es que evolucionaría cada una de esas ideas innovadoras, impidió que se tomaran las consideraciones necesarias para repensar los enfoques iniciales, ya que las tecnologías que estaban disponibles no permitían generar escenarios futuros o simulaciones que hoy en día son bastante comunes para la toma de decisiones.

A pesar de que estos inconvenientes relacionados con el transporte y la época industrial continúan presentes en nuestra cotidianidad, siguen siendo componentes clave en la transición evolutiva de las ciudades ya que ahora la digitalización se añade en igual manera para modificar los hábitos de movilidad al colocar nuevos elementos en la mesa y que tienden a conducir hacia una movilidad inteligente e interconectada basada en un esquema energético de cero emisiones, o al menos eso es lo que se espera. Esto resulta altamente relevante debido a que los sistemas de transporte son un elemento crucial para el funcionamiento de cualquier urbe a pesar de las nuevas formas de laborar y estudiar a distancia.

Por lo tanto, la añadidura de un sistema de transporte integrado, actualizado en tiempo real y con un mejor control de las emisiones de carbono puede proveer de un uso eficiente y más seguro de las vialidades, lo que por consecuencia mejorará la experiencia de los usuarios al momento de trasladarse y los motivará por consecuencia a usarlo con mayor frecuencia, teniendo un efecto de bola de nieve en temas de seguridad vial, protección del ambiente y tiempos de traslado menores a los que se presentan en nuestras ciudades por la saturación vial.

En la siguiente ilustración se puede observar cómo ha afectado el enfoque de la movilidad urbana a lo largo de diferentes etapas como aquella previa a la invención del automóvil donde el uso masivo de los medios de transporte resultaron la manera más eficiente y costeable para los ciudadanos que requerían trasladarse hacia destinos lejanos y cómo esta situación fue transformándose hasta como la conocemos hoy en día.

Ilustración 8. Tendencia histórica de la eficiencia del transporte urbano en comparación a los niveles de urbanización



Fuente: Finger (2012)

Como se puede constatar, el funcionamiento del automóvil ha perdurado durante las décadas y con el paso del tiempo se ha develado que posteriormente a la masificación de la producción en serie de los modelos de vehículos disponibles, se ha tornado contradictoria su existencia, es decir, de acuerdo con Illich (2002) al existir una cantidad elevada de automóviles en las ciudades, se ha propiciado que la productividad decayera considerablemente, a lo que denomina la “contra producción”, donde el número de individuos que se transportan por vehículo es mínima comparada a los sistemas de transporte masivo, entorpeciendo el bienestar común y que Illich lo considera como el auto impedimento de las instituciones para cumplir sus propios objetivos.

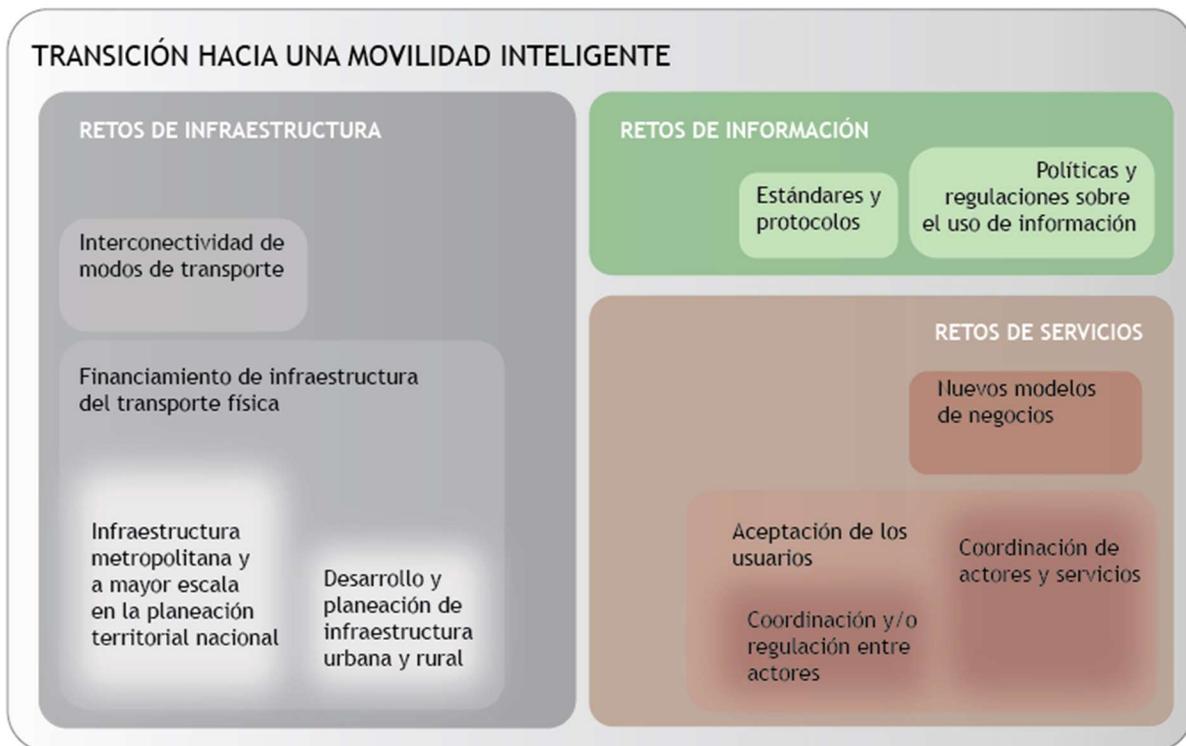
En la actualidad, la movilidad de las ciudades se ha tornado mucho más compleja, ya que ahora interactúa con una multitud de elementos de forma paralela, tales como peatones, usuarios del transporte público, ciclistas o conductores de vehículos privados que afectan el servicio y funcionamiento, haciendo más que necesario repensar la forma en que son planeadas y operadas cada una de las alternativas de traslado en las ciudades actuales para que complementen los esquemas de movilidad.

Una gran oportunidad para las ciudades inteligentes se encuentra entonces en el ámbito de los factores externos y que posibilitarían un cambio estructural importante, modificando positivamente poco a poco el funcionamiento de la movilidad, la salud, seguridad pública y otras áreas por cubrir como lo son la vivienda o los procesos migratorios que desde luego consideran sus propios retos y dificultades pero que están interrelacionados con los servicios nacionales no solo de agua potable, energía eléctrica o drenaje, sino también con el transporte ineficiente y con pobre experiencia de uso.

La pertinencia del uso tecnológico en las ciudades para mejorar sus servicios, reducir costos de producción y usar de manera óptima los recursos es muy alta, ya que en la actualidad se generan enormes cantidades de datos diariamente, mismos que pueden ser recopilados, procesados y analizados para monitorear el comportamiento de las ciudades, asegurándose del funcionamiento óptimo e identificar una prospectiva más acertada sobre sus tendencias, lo que permite ajustar múltiples parámetros, decisiones y proponer cambios más efectivos, principalmente cuando los patrones de consumo están cambiando en la misma velocidad que se desarrollan las TIC's y por lo tanto, modificando la forma en que se vive la ciudad.

La contraparte de esta adición y oportunidades que se están presentando con mayor frecuencia debido al entorno tecnológico tiene que ver con una serie de retos tecnológicos, económicos, sociales, metropolitanos y políticos que las ciudades deben afrontar y que se desglosan en la siguiente ilustración. La EPFL (2019), por otro lado, señala que un punto clave para poder superar estos retos es incrementar la relación entre la gobernanza y administración pública, añadiendo una estrecha relación con la infraestructura urbana, de manera que se pueda optimizar el performance de las ciudades y derivado de esto, también mejore la calidad de vida y competitividad de las urbes a partir de los intereses de los ciudadanos.

Ilustración 9. Retos frente a la digitalización urbana



Fuente: Elaboración propia con base en Finger (2012)

Para enfocar un poco más esta visión, procuraremos enfocarnos en los retos de infraestructura encaminados hacia una movilidad inteligente y, de alguna manera, identificar cómo es que se vincula el área tecnológica con la planeación estratégica para el desarrollo urbano, un aspecto importante en el desarrollo de este trabajo y que resulta ser el centro del cual se deriva.

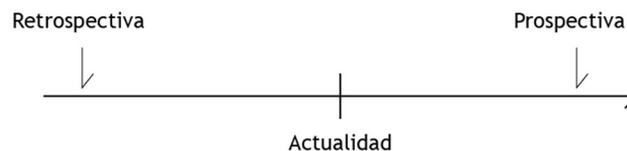
#### I.4 La planeación estratégica para el desarrollo e innovación incluyente

La planeación estratégica es un elemento crucial en la toma de decisiones y, para la formulación de estrategias que ayuden a conducir y enfocar los esfuerzos hacia un estatus final deseado, una tarea que en el urbanismo es indispensable. Por lo tanto, a continuación, se desagregan una serie de consideraciones que resultan valiosas para la identificación de variables sobre problemas urbanos específicos y cómo incluir a la población y otros actores en estos procesos de interés común mediante el apoyo de tecnologías de la información.

Antes de iniciar con un análisis más profundo, deberemos definir que es lo que entendemos por “planeación”. En pocas palabras nos podemos referir a este concepto como la capacidad de ver hacia el futuro y con base en los distintos escenarios arrojar una serie de pasos a seguir que faciliten llegar a ese escenario deseado. Ahora bien, en el ámbito urbano la planeación es un ejercicio constante que debe acompañarse mediante algún sistema de gestión, ya sea tecnológico o análogo, el cual permita evaluar los avances y alcances en las diferentes etapas de un proyecto de desarrollo, sin embargo, el acercamiento de los proyectos urbanos tiene que ver indiscutiblemente con los ciudadanos para transformar las demandas de calidad de vida en resultados que pueden obtenerse a través del impulso y creación de políticas públicas que aporten tanto al proceso de planeación como al de gestión pública desde lo abstracto hasta lo concreto y desde lo general hasta lo particular.

Marisol Romero (2020), profesora de la Facultad de Ingeniería en la UNAM, considera a la planeación como una disciplina o actividad intelectual con orientación a futuro que obliga a usar métodos prospectivos no determinísticos, por lo que uno de sus propósitos fundamentales es la incertidumbre, obligando al análisis en retrospectiva y su comparación con el estatus actual y la prospectiva.

Ilustración 10. Análisis en retrospectiva sobre la línea del tiempo



Fuente: Elaboración propia

Dentro de esta perspectiva, se tienen en cuenta dos sistemas fundamentales; los sistemas duros, en los que se emplean modelos matemáticos y que son meramente determinísticos y los sistemas suaves, que por lo general son conceptuales, probabilísticos y tienen una estrecha relación con lo social, cuya colaboración entre si resulta un proceso arduo en muchos de los casos, pero necesario ya que si alguno de los dos se encontrara ausente sería casi imposible llegar a conclusiones que permitan el desarrollo e innovación de manera incluyente y de manera efectiva.

Existen dentro del proceso de planeación tres enfoques principales a los cuales se refiere Romero (2020); el racional, que por lo regular es el enfoque más ambicioso al buscar la solución óptima, satisfacer las expectativas del presente en el que se genere y que quiere abarcar la totalidad de los elementos que componen cualquier sistema que se esté analizando. En sus generalidades es sistemático y sus metas con colectivas. Por otro lado, el enfoque de incrementalismo inconexo se refiere a aquellos casos donde el futuro inmediato es difícil de imaginar, ya que existen cambios sutiles en el entorno, procura tener en mente las áreas de oportunidad, los medios disponibles y procura identificar en cuál de las áreas existen menos cambios perceptibles.

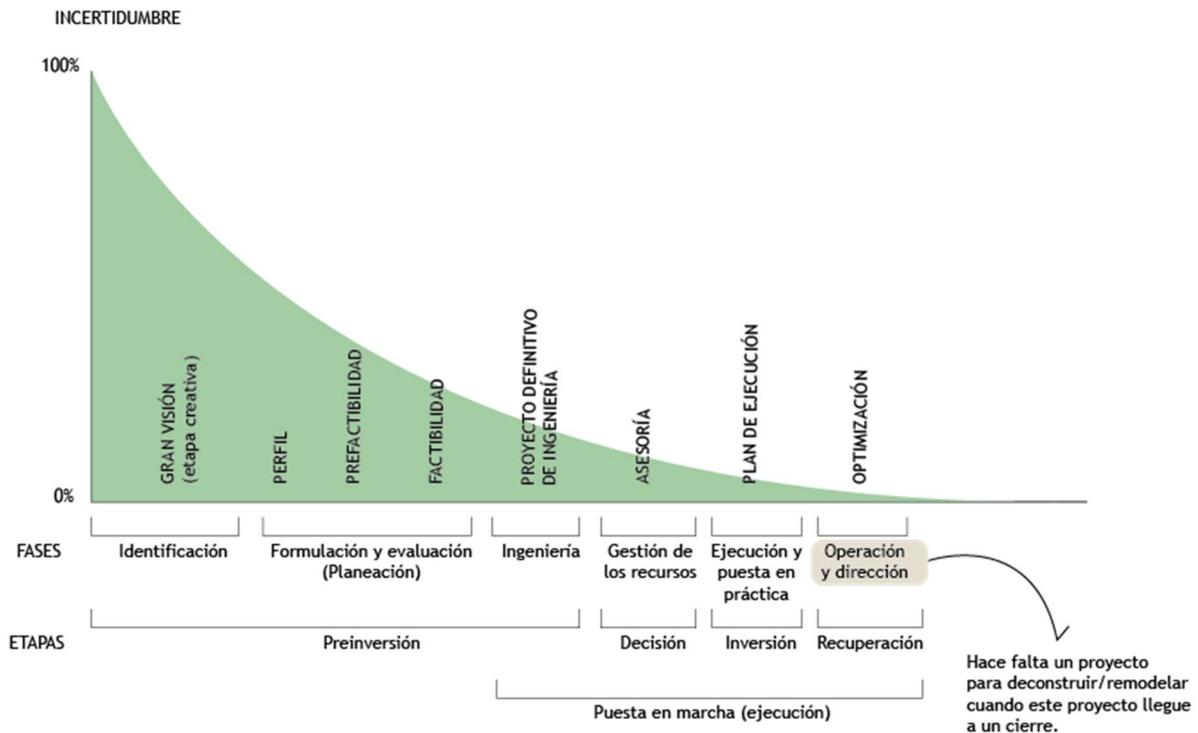
No obstante, de acuerdo con Romero (2020) existe otro enfoque adicional que se refiere a la exploración mixta y que es usado en aquellos momentos donde los investigadores o analistas se enfrentan a un futuro de gran complejidad y que por lo tanto se suelen buscar e identificar problemáticas en el futuro inmediato, sobre todo y de manera cada vez más frecuente en medida que las decisiones son más complejas y/o los cambios son más drásticos o veloces, una técnica que sin lugar a dudas permite solucionar a corto plazo los eventos que se muestren pero que su efectividad se encuentra limitada.

Existen otras visiones sobre cómo interpretar las situaciones de planeación en general, ejemplos como el de Russell L. Ackoff, quien en 1972 fue pionero en lo referente a la solución de problemas y sobre el proceso de planeación de las organizaciones. De acuerdo con la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo (2007), su teoría sobre el planeamiento interactivo considera cuatro estilos de planeación que se refieren a lo siguiente; reactivista, el cual analiza del pasado al presente, inactivista, el cual no busca un proceso de planeación como tal, solo vive el día a día. Igualmente existe el preactivista con una visión positivista sobre el futuro que casi siempre resulta ser perfeccionista y, por otro lado, la visión de Alfredo Ossorio (2002) se refiere a la planeación interactivista como el análisis de los antecedentes, la identificación de una necesidad o un problema del presente y su proyección a futuro.

En el área del urbanismo la planeación es una de las extremidades esenciales, ya que al tratar con múltiples sistemas interconectados termina siendo indispensable analizar con cuidado el panorama completo para conocer tanto como sea posible qué tipo de problema se está analizando, si es lineal o considera algún patrón que facilite identificar su comportamiento a futuro y conforme a ello establecer los lineamientos y protocolos que mejor atiendan con el menor impacto en el resto de los sistemas que intervienen.

Podemos entonces concluir que la acción de planear es vital como parte de cualquier proyecto que se trate sin importar su enfoque u objetivos, ya sea un proyecto de interés público, arquitectónico o para el área de las ciencias y la tecnología, cualquiera de ellos comprende una serie de fases para su debida realización, y según la magnitud y complejidad de los retos y objetivos puede variar la forma de aproximación. A manera de síntesis, cuando se habla de la planeación a futuro y particularmente de la planeación estratégica se comprenden las etapas de preinversión, decisión, inversión y recuperación, como lo muestra la siguiente ilustración.

Ilustración 11. Fases de un proyecto según el nivel de incertidumbre



Fuente: (Romero, 2020)

Existen distintas maneras para llevar a cabo la gestión de cualquier proyecto en cada una de las áreas que lo integran, como lo suele ser el manejo del tiempo, el establecimiento y evaluación de los alcances, la estimación de costos, la identificación de riesgos y muchas otras variables que pueden agregarse de manera tal que sea suficientemente claro el trayecto, procurando mantener un buen grado de flexibilidad para facilitar la adaptación de este a lo largo del recorrido.

En la siguiente tabla se desglosa a mayor rasgo algunos de los elementos más comunes para la gestión de un proyecto, a lo que se denomina “ruta crítica de proyecto” y que como tal, vale la pena analizarlo desde las diferentes etapas que cruza, como lo es la iniciación (donde se identifica el problema o necesidad por la cual surge el proyecto), la planificación (que compone la formulación y evaluación de diferentes factores para tomar medidas preventivas, optimizadoras, entre otras), ejecución (donde por lo general se toma la mayoría de decisiones, evaluaciones y la recolección de información relevante para la fase de control) y control (se comparan los resultados de la fase de ejecución con aquellos determinados en la fase de planeación, para definir ajustes necesarios). Por último, en caso de que sea considerado oportuno, muchos de los proyectos tienen una fase llamada “cierre”, donde se establece un protocolo (el cual tiene su propia

planeación) para deconstruirlo de la mejor manera posible en caso de considerarlo pertinente.

Tabla 1. Ruta crítica de un proyecto

	INICIACIÓN	PLANIFICACIÓN			EJECUCIÓN	CONTROL
GESTIÓN DE INTEGRACIÓN		Desarrollo del plan multidisciplinar			Ejecución de plan	Monitoreo y control
GESTIÓN DE ALCANCE	Iniciación	Planificación de alcance	Definición de alcance			Verificación de alcance
GESTIÓN DE TIEMPO		Definición de actividades	Secuencia de actividades	Estimación de duración de actividades		Control de programa
GESTIÓN DE COSTOS		Planificación de recursos	Estimación de costos	Presupuesto de costos		Control de costos
GESTIÓN DE CALIDAD		Planificación de la calidad			Calidad y control	Control de calidad
GESTIÓN DE RIESGOS		Identificación de riesgos	Cuantificación de riesgos	Desarrollo de medidas		Control de medidas

Fuente: (Romero, 2020)

#### ***1.4.1 Participación en el proceso de planeación***

Como se mencionó anteriormente, los procesos de planeación de carácter urbano necesitan tener una estrecha relación con la sociedad que puede verse involucrada de manera benéfica o perjudicial, esto con el objetivo de establecer las mejores prácticas posibles de adaptación de los distintos proyectos al entorno sin olvidar la parte del bienestar común y la responsabilidad de incluir a la ciudadanía en la toma de decisiones facilitando el intercambio y enriqueciendo el quehacer del sector público, privado o institucional.

De esta manera, explicar que existen dos grupos fundamentales de participantes es un punto de partida relevante para sondear a grandes rasgos cómo es que se compone este esquema de participación en los procesos de planeación, estos se dividen esencialmente en el grupo activo y el pasivo, dentro de los cuales se desagregan diferentes individuos involucrados como lo son el gobierno, profesionistas y especialistas (dentro del grupo activo dedicados en el proceso de proyección y con conocimientos técnicos que posibilitan la ejecución de los proyectos) o bien, los ciudadanos e inversionistas (en el

grupo pasivo que pueden tener conocimientos importantes pero que no necesariamente se dedicarán a realizar la construcción y mantenimiento del proyecto).

Lo anterior sirve de base para interpretar el papel de los distintos actores, sin embargo, ¿cómo es que se agrega la participación ciudadana a todo esto? Podemos entender dos formas de participación, las de carácter (que incluyen lo político, económico y técnico) y las de entorno (principalmente sobre lo social y lo físico), aunque los tipos de participación casi por lo general se han manejado desde la planeación transactiva, donde solo los involucrados dentro del grupo activo intercambian los conocimientos para establecer la estrategia a proseguir y que ha prevalecido a lo largo del tiempo. Romero (2020) sostiene que es de gran importancia la planeación participativa, donde existe una relación entre promotores, facilitadores y los afectados o beneficiados para la detección de necesidades y deseos, así como la realización de actividades que conduzcan las acciones a ejecutar en el proceso de planeación, simplificándolo de forma que funcione más eficaz y congruente.

Como en cualquier proyecto, el establecimiento adecuado de los objetivos permitirá el pleno desarrollo de cualquier solución y facilitará la medición de las acciones que se estén planteando. No obstante, aunque existen diferentes metodologías para la definición de objetivos, es fundamental tener en cuenta a la población involucrada, sus opiniones al respecto y la debida orientación que debe proporcionarse para construir colectivamente las problemáticas que se logren identificar y priorizarlas para optimizar las acciones a corto, mediano y largo plazo.

Los objetivos por alcanzar se dividen por lo tanto en dos categorías; cuantitativos, que se pueden medir y comparar con algún parámetro previamente establecido y los cualitativos, que se refieren al ámbito perceptivo, donde se involucran todos los sentidos, opiniones y en general, elementos que no necesariamente pueden ser comparables debido a la esencia que caracteriza a cada uno. La combinación de ambos ayudará a la creación de estos objetivos, sobre todo, mientras mejor descritos, será más clara la problemática a resolver y, por consecuencia, las acciones estarán mejor enfocadas hacia su resolución, dando así más y mejores resultados.

De acuerdo con Romero, las características de estos objetivos deben ser realistas, lo que significa que deben ser factibles en cuanto a lo técnico, económico, social y político, considerando diferentes alternativas de solución. Además, se recomienda comparar situaciones semejantes, a lo que también se le conoce como “analogías”, las cuales se derivan en personal, directa, simbiótica y fantástica.

Romero continúa planteando que para formalizar las analogías es necesario otorgar atributos en las diferentes dimensiones que se muestran en la siguiente tabla, procurando desagregar lo más posible la descripción, restricciones, objetivos esperados y el tiempo de antigüedad del problema, como también el tiempo estimado para su resolución.

Tabla 2. Condiciones para desarrollar y formalizar analogías

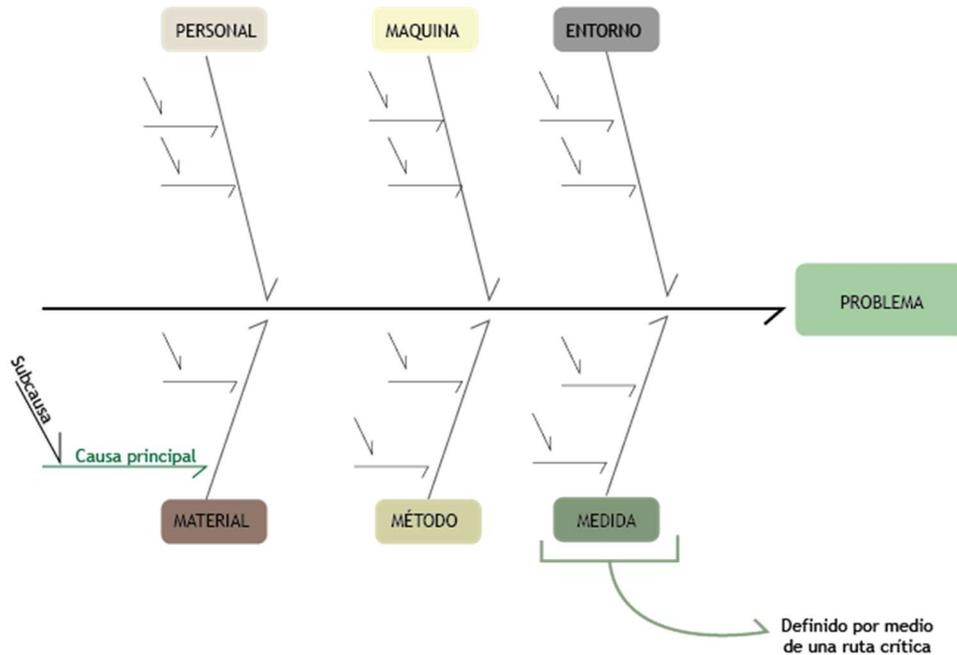
DIMENSIÓN	ATRIBUTOS	DIMENSIÓN	ATRIBUTOS
TECNOLÓGICA	Tecnologías complementarias y competidoras (energía y transporte)	CULTURAL	Valores, costumbres y prohibiciones
ECONÓMICA	\$, Condiciones de mercado, financiamiento, ambiente económico	INTELLECTUAL	Líderes de opinión, tomadores de decisiones...
DIRECTIVA	Número de directores, experiencia	ÉTICO-RELIGIOSO	Doctrinas, jerarquía, grados de control...
POLÍTICA	A quién beneficia; quién pierde, valores, derechos, deberes	AMBIENTAL	Contaminación, niveles de tolerancia, flora, fauna...
SOCIAL	Población, distribución geográfica, grupos institucionales (escuelas, iglesias, negocios, familia...)		

Fuente: Romero, apuntes de clase. Planeación estratégica, 18 de marzo de 2020

Existen múltiples recursos, diagramas y herramientas que pueden ser utilizados para evidenciar las problemáticas, reducir, mejorar, mitigar o corregir procesos de cualquier solución, así como la prospectiva referente a un escenario en particular, sin embargo, el diagrama de Ishikawa y el árbol de problemas son algunos de los más utilizados y que ayudan a clarificar variables que se añaden a un sistema de elementos que trabajan en conjunto y que podrían estar originando el problema.

Para la elaboración del diagrama de Ishikawa o de pescado, se debe partir de 5 variables primordiales; materias primas, maquinaria, métodos de trabajo, mano de obra y medio ambiente. Si bien, originalmente este diagrama tiene su fuerte en el sector industrial dentro de los “Círculos de calidad”, la aplicación en la planeación estratégica dota ventajas competitivas para la identificación de problemas y desglose de las variables que lo componen, como bien se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 12. Diagrama General Ishikawa



Fuente: Adaptado de “Justificación de los requisitos de la Norma UNE - EN ISO 9001:2000 mediante análisis de causas por el diagrama de Ishikawa” Morillo y Muñoz, 2004

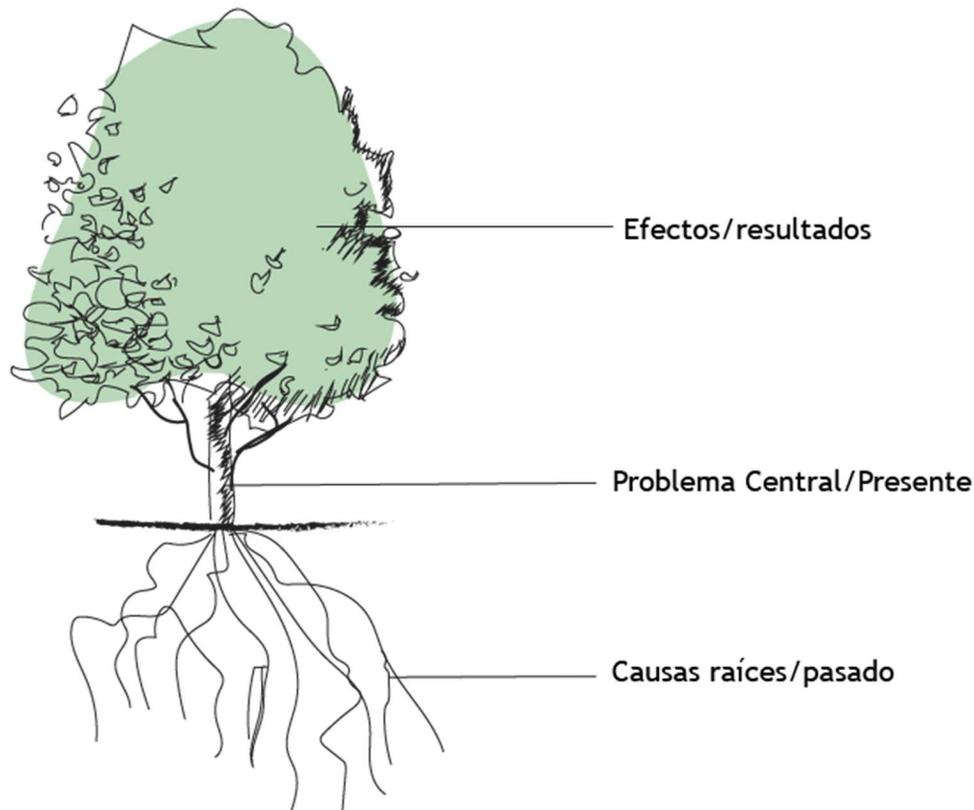
La utilidad de usar este tipo de diagramas es el enfoque de las múltiples variables en un problema puntual. Delgado (2021) sostiene que al realizar un análisis atómico de un problema global es posible resolverlo al sumar los distintos esfuerzos enfocados a distintas áreas de este como si fuera un efecto de bola de nieve, permitiendo un nivel de profundidad significativo en cuanto al análisis de las causas y efectos que le dieron origen y que al mezclarse con otras variables tornó complejo su funcionamiento bajo un esquema estrechamente amalgamado.

A diferencia del diagrama de pescado, el árbol de problemas se refiere a un “método participativo, el cual ayuda a desarrollar ideas para identificar las diferentes aristas del problema central y organizar la información para establecer un modelo de relaciones causales” (Rodrigo Martínez, 2021, pág. 2). Sus elementos básicos corresponden al problema central (ubicado en el tronco del árbol), las causas (las raíces) y los efectos se refieren a la copa del árbol y los frutos de este, lo que ayuda a dar congruencia en cierta medida ya que a cada causa le corresponde un efecto dentro del diagrama facilitando el entendimiento del contexto.

La lógica general para la generación de este diagrama parte desde el tronco, identificando un déficit o un estado negativo y por lo general se refiere a situaciones reales con una población objetivo definida o cuando menos localizada. De ahí continúa con los efectos, en caso de que sean palpables y se indaga en las posibles causas relacionadas con cada efecto como se muestra en la siguiente ilustración. Por otro lado,

es posible partir desde las causas si se trata de un escenario a futuro, donde la tarea por realizar es la identificación de los efectos que situaciones actuales podrían generar sobre el problema central.

Ilustración 13. Diagrama general de árbol Causa-Efecto



Fuente: Elaboración propia con base en Romero, 2020

También es posible ahondar en subcausas y efectos derivados, sin embargo, el esquema más utilizado es el que anteriormente se ha mostrado. La adición de subcausas y efectos derivados representa un análisis superior, donde lo que interesa es comprender en mayor medida el entorno sobre el cual existe el problema central y a través de la resolución de las subcausas o problemas indirectos producir un cambio significativo capaz de aminorar los efectos hasta el punto de neutralizarlos.

La idea de presentar estos diagramas tiene por objetivo facilitar el entendimiento del problema central del ejercicio práctico que posteriormente se desarrollaría y cuyos objetivos estarían definidos a partir de estos esquemas y análisis de las diferentes variables que encamine a la adopción de una estrategia que permita analizar el contexto de una ruta de transporte, sin embargo, la complejidad de los sistemas de transporte nacionales limitan mucho su estudio y con la intención de agilizar el término adecuado de este trabajo se optó por no llevar a cabo este análisis.

## I.5 Aplicación de la tecnología para el mejoramiento de sistemas de transporte en el mundo

Hasta este momento hemos recorrido diversos conceptos relacionados con la industria 4.0, qué es una ciudad y cómo es que se podría definir a una Smart City. Además, analizamos cómo es que la información es un activo muy valioso y cómo es que provee de múltiples oportunidades y retos para las ciudades. En último lugar revisamos brevemente cómo es que se define la planeación estratégica y algunas herramientas que facilitan el análisis de problemas complejos.

Ahora, como un esfuerzo por comprender cómo es que las TIC's ya están siendo aplicadas en diferentes partes del mundo y tener una base de la cual partir para analizar la situación de la Ciudad de México, se describirán algunos casos de éxito como es el caso de Singapur, Barcelona y Columbus. Si bien existen muchos otros más como podría ser China, Corea del sur u otros ejemplos, se tomarán como base estos debido a la facilidad para encontrar datos abiertos y que de alguna manera han procurado preservar una apertura para intercambiar saberes con otras naciones con la finalidad de crear mejores relaciones y soluciones cooperativas.

Como cada ciudad tiene problemáticas, leyes y en general una cultura distinta, no sería factible establecer una comparación que sea realmente justa debido a la trayectoria de cada una, además de que como se ha mencionado repetidamente, una Smart City no es un estatus final, por lo que no sería sencillo establecer un criterio sobre cuál ciudad está más cerca de llegar a la meta. Por lo tanto, cada caso se manejará como independiente para observar cuáles son los beneficios de establecer un modelo Smart, los retos y dificultades que han tenido, como se sigue a continuación.

### ***1.5.1 Caso de Singapur***

La ciudad de Singapur cuenta con aproximadamente 5.7 millones de habitantes de acuerdo con el último censo de población en el año 2020, y tiene una densidad de población de 7,800 hab/km<sup>2</sup> de acuerdo con Trading Economics (2021), donde su crecimiento ha considerado un ritmo acelerado y constante desde los años 70's, lo que se deriva en una presión por aumentar los sistemas de infraestructura urbana para garantizar el abasto de servicios básicos. La Autoridad del Mercado Energético (2021) explica que existe una alta dependencia de energía importada, donde el consumo total de la ciudad al año es de 25,900 GWh, lo que resulta muy importante considerando que es uno de los países con menos emisiones de carbono del mundo con 52 millones de toneladas de CO<sub>2</sub> (MtCO<sub>2</sub>), en comparación con Estados Unidos o Japón, los cuales producen 4,535,301 MtCO<sub>2</sub> y 1,061,774 MtCO<sub>2</sub> respectivamente (NCCS, 2021).

También es importante mencionar que es una de las naciones más ricas del mundo en relación con el tamaño de su población, de hecho, el Banco Mundial (2021) asegura que

su PIB per cápita está por encima de la media de la OCDE<sup>4</sup> (\$59,797.8 USD) y que además es significativamente mayor al PIB per cápita de México, casi ocho veces mayor (\$8,329.3 USD).

Este desarrollo tan rápido fue acompañado de un significativo crecimiento urbano, a tal grado que Chew (2004) señala el hecho de que Singapur solicitó ayuda a la ONU para elaborar un marco de desarrollo urbano a largo plazo y, donde uno de los retos más grandes a superar fue el transporte público, reconociendo su importancia como pieza clave para el desarrollo de la urbe.

Durante la época de los setenta se optó por usar un sistema masivo de autobuses que al final del día no fue suficiente para satisfacer las necesidades de movilidad, sin embargo, a finales de los ochenta, TransitLink ayudó a integrar los sistemas de autobús y ferrocarril, facilitando la intermodalidad de transporte al coordinar los flujos de las unidades que brindan el servicio. De acuerdo con la Autoridad de Transporte Terrestre de Singapur (2019), la ciudad introdujo cuotas a vehículos y un sistema de tarifas unificadas basado en tarjetas de banda magnética, además de crear a esta autoridad de transporte otorgándole las responsabilidades de planificación y gestión del transporte.

A pesar de todos estos esfuerzos, el problema de congestión urbana continuó estando presente en Singapur, incluso el Índice Global de Congestión del Tráfico elaborado por el sistema de navegación TomTom menciona que en el año 2020 Singapur se encontraba en la posición número 83 en lo que respecta a niveles de congestión entre las grandes ciudades del mundo con 27% de congestión, lo que se traduce en un 16% menos a comparación del registrado en el año 2019 (Tom Tom, 2021).

Es posible argumentar que Singapur ha sido un país que destaca por su rápido crecimiento económico, así como su capacidad de innovación tecnológica, no sería de extrañar que en un futuro cercano sea de las pioneras en implementar sistemas inteligentes para la ciudad, además, considerando que uno de sus principales objetivos es la movilidad inteligente y que de hecho ya han instrumentado muchas de las estrategias y políticas públicas encaminadas a fortalecer dichos esfuerzos, como lo es su visión oficial sobre la movilidad inteligente, la cual está definida en el marco del Plan de Movilidad Inteligente 2030 donde avanzar hacia una comunidad conectada e interactiva es parte fundamental de sus objetivos, además de proponer un centro de innovación mundial para los Sistemas de Transporte Inteligentes (ITS por sus siglas en inglés).

Este plan de movilidad consiste en cuatro áreas centrales, iniciando con el manejo de la información (donde el principal objetivo es que se encuentren formas innovadores y rentables para recopilar datos sobre el transporte, analizar y entregarlos a las partes interesadas de manera oportuna y precisa mediante el uso de sensores, protocolos de datos, desarrollo de aplicaciones y análisis Big Data que facilite su transformación),

---

<sup>4</sup> La media de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) es de \$35,900 USD

mientras que en segundo lugar se habla de todo aquello referente a la interacción o diseño de interfaz (para crear plataformas que promuevan la integración e interacción entre ciudadanos, ciudadano a máquina y entre máquinas mediante aplicaciones como sistemas de gestión de flotas de transporte público, operaciones viales, gestión inteligente de cruces y el crowdsourcing de datos, por agregar algunos ejemplos) y, por otro lado, también abarca temas relacionados con la asistencia (cuya prioridad es hacer más seguros los traslados de los individuos en los diferentes modos de transporte mediante el uso de la telemática ITS en los vehículos para el envío y recepción de datos, la adopción de vehículos autónomos y la infraestructura circundante, interconectando cada uno de ellos para un funcionamiento orquestado), así como preservando en su último eje, la presencia de la movilidad verde (al diseñar los sistemas e infraestructuras de tal forma que sean más eficientes y se generen menos emisiones de carbono, procurando fomentar el uso del transporte público, se desplieguen vehículos ecológicos como podrían ser los eléctricos o vehículos híbridos y se favorezca el uso de energías renovables para alimentar el funcionamiento de los diferentes esquemas de movilidad y transporte).

Podría esperarse que se trate de un plan a muy largo plazo, con ideas utópicas que tiene como base una serie de fundamentos populares en la actualidad que responden exclusivamente como algo teórico, sin embargo, ya son evidentes los efectos del Plan de Movilidad Inteligente 2030 con cambios positivos en la venta de billetes para hacer uso del sistema de transporte público, además, la LTA (2021) cuenta con uno de los costes de explotación más bajos y una tasa de utilización de los medios de transporte público más altas entre las grandes ciudades del mundo, con un sistema fiable y cómodo a un coste muy bajo, lo cual se ha traducido en la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos y un funcionamiento sistémico sostenible con gran capacidad de escalar sus funcionalidades y servicios según se requiera.

Para ir cerrando entonces con el caso de Singapur, es importante mencionar que la ciudad ha colaborado con el MIT (2021) y cuyos frutos de trabajo se traducen en la creación de una plataforma de simulación integrada sobre la movilidad, permitiendo construir y moldear escenarios futuros de la movilidad de la ciudad, establecer rutas críticas para abordar acciones preventivas o replantear el esquema del sistema, cuyas ideas y resultados podrán aportar significativamente a la toma de decisiones y la planificación urbana de otros sistemas que preserven interacciones, intercambios o afectaciones a los diferentes esquemas de movilidad. A esto, además, se añade una Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial, que de acuerdo con la Oficina de Gobierno Digital de Singapur (2021), se enfoca en ayudar a identificar zonas prioritarias de atención, así como administrar nuevas formas de manejar el ámbito de los riesgos por eventos naturales y sociales, entre otras funcionalidades.

Pareciera que hablamos de un caso especial, ya que Singapur contiene un gran desarrollo económico, social y tecnológico, sin embargo, no es la única ciudad que ha tenido éxito implementando un modelo Smart a su ciudad y obtenido resultados positivos reduciendo costos y mejorando algunos de sus servicios, como se presenta a

continuación el caso de Barcelona, una ciudad que además ha adoptado un esquema de apertura de la información muy relevante.

### ***1.5.2 Caso de Barcelona***

De acuerdo con el Área Metropolitana de Barcelona, la ciudad de Barcelona cuenta con poco más de 1.6 millones de habitantes y una superficie de 100.3 km<sup>2</sup>, y cuya área metropolitana asciende a los 3.2 millones de habitantes convirtiéndose en una de las más pobladas de Europa, con un PIB per cápita de 46,600 euros que resulta ser mayor al correspondiente a nivel metropolitano (33,600 euros), esto con cifras del Banco Mundial (2021). En términos de impacto ambiental, la ciudad tiene un consumo aproximado de 4,216 kWh/año/hab, es decir, cuatro veces más que la media mundial (3 Mwh/año), lo cual muestra un panorama general bastante fuerte en cuestión económica, además de una oportunidad de mejora en el ámbito de la preservación de los ecosistemas.

Considerando estas condiciones de estabilidad es fácil pensar en que la adopción de un sistema Smart no sería algo descabellado, sobre todo si uno de los objetivos principales fuera la reducción del impacto ambiental. Es de esta forma que el Ayuntamiento de Barcelona en el Smart Cities Council 2014 menciona que el origen de la Smart City fue a partir de una idea y visión sobre la ciudad transformada en autosuficiente, con barrios productivos, que vive a velocidad humana (es decir, sin premura por obtener grandes resultados o un desarrollo monstruoso de la infraestructura y la productividad) y produce cero emisiones.

Esta visión nos habla entonces de distintos puntos importantes a considerar y que aunque no parecen algo nuevo, comienzan a darle una estructura significativa al concepto de una ciudad inteligente, sobre todo porque se enfoca en una ciudad productiva, abierta, inclusiva e innovadora, una ciudad viva con personas emprendedoras y comunidades organizadas, mediante la integración transversal de la tecnología en áreas de gestión urbana como son; servicios públicos, medio ambiente, movilidad, turismo, telecomunicaciones, entre muchas otras, y que al final de cuentas tiene la intención de obtener un esquema ágil y rápido pero al mismo tiempo con una visión humanista y sensible para comprender que la finalidad principal es mejorar la calidad de vida de los ciudadanos y el equilibrio ecológico con la innovación.

Se trata entonces de un proyecto ambicioso, con varios temas que solucionar y una visión que idealizó un escenario que muchos habrían considerado como algo poco creíble. Sin lugar a duda, al igual que en el caso de Singapur, existieron retos a los que casi nadie se había enfrentado debido a lo complejo que puede resultar el establecer una estructura lógica para llevar a cabo un proyecto de este estilo y darle continuidad.

Una de las principales aproximaciones fue desarrollar de manera integral los proyectos preexistentes con las nuevas oportunidades que el uso de herramientas tecnológicas

innovadoras podría proveer a la ciudad y donde se crearon programas para mejorar el bienestar de los ciudadanos y empresas. De acuerdo con el Smart Cities Council (2014), el Ayuntamiento de Barcelona ha buscado constantemente llegar a tener cobertura en diversos temas desde el gobierno abierto en un formato Open Data, hasta la movilidad eficiente y sustentable, abarcando la integración social y el acceso universal a la cultura, educación y salud pública, mientras al mismo tiempo se están tomando consideraciones adicionales con respecto al medio ambiente, infraestructura y responsabilidad social, un caso muy similar al que se comentó previamente.

En el Plan de Barcelona “Ciudad Digital” 2017-2020 menciona que se priorizará la supervisión y gestión de servicios e infraestructuras, así como el incremento en el acceso a los servicios de la población en general cuya retroalimentación se basará en la recolección de datos que se generen, así como de las opiniones de la ciudadanía, elementos que se podrán reutilizar para mejorar la planificación hacia el futuro y que resaltan el interés por incluir a la población en la toma de decisiones a partir de una estrategia de participación ciudadana (Ajuntamiento de Barcelona, 2017).

En añadidura, dentro de este plan se comentan algunos proyectos interesantes como un sistema de aparcamiento donde se recolectarán los datos de cajones de estacionamiento en tiempo real, mostrando al usuario los lugares más cercanos a su ubicación para estacionar su vehículo, reduciendo tiempos muertos que usualmente se presentan al momento de buscar un lugar donde dejar el vehículo que se trate y que además ayudaría a recaudar fondos para el sustento de estos sistemas, así como de los próximos proyectos que bien podrían ser quioscos de gobernanza electrónica en distintas zonas de la ciudad para trámites y servicios públicos, contadores inteligentes que faciliten las labores para la recaudación de impuestos, estaciones de carga para automóviles eléctricos, así como plantas energéticas que las alimenten, entre muchas otras aplicaciones y estrategias que lograrán dar soluciones a retos urbanos y dar apertura a nuevos empleos y servicios.

Acorde a lo que asegura Cisco Systems (2014), una empresa global de telecomunicaciones, varios de estos proyectos ya se están llevando a cabo y muchos otros siguen siendo replanteados según las capacidades administrativas y económicas del Ayuntamiento de Barcelona, sin embargo, ya ha comenzado a tener resultados importantes sobre la aplicación para estacionamientos, donde se reportó un incremento en los ingresos por aparcamiento en 50 millones de euros anuales y otras aplicaciones sobre el monitoreo de los servicios de agua con un ahorro anual de 58 millones de euros en cuanto a su consumo y en el ámbito social viéndose beneficiado con 50,000 puestos de trabajo en el proceso de desarrollo y despliegue de estos sistemas.

Su caso de éxito produjo que Barcelona fuese nombrada capital de la innovación de Europa en 2014, y que, según Juniper Research (2015), fuera considerada como la primer Smart City del mundo, no solo por sus estrategias de digitalización inclusivas, el fomento a la participación pública o los avances en temas de eficiencia y sostenibilidad, sino que también por el importante ahorro económico y los niveles de transparencia sobre los nuevos conocimientos generados como parte de una integración horizontal en

los diferentes niveles de gobernanza. Esta nueva forma para administrar las ciudades también ha producido retos en cuanto a la coordinación, gestión e intercambio entre las partes involucradas y beneficiadas e inclusive aún es complejo visualizar de manera realista el modo en que se conectarán las diferentes piezas de los proyectos que se están desarrollando actualmente, pero que estos avances suponen un paso crucial.

Los casos de Singapur y Barcelona si bien se han llevado a cabo en el territorio europeo, también existen ejemplos en el continente americano, como es el caso de Columbus, Ohio, una ciudad norteamericana que de igual manera se ha enfocado en el área del transporte y que forma parte de un país con el cual México tiene un flujo mercantil y de intercambio muy fuerte, por lo que cualquier cambio en las ciudades americanas podría suponer efectos indirectos en el caso mexicano.

### ***1.5.3 Caso de Columbus***

Cox (2017), en un estudio de densidad urbana establece que la ciudad de Columbus, Ohio, cuenta con 905,748 habitantes y un área de 577 km<sup>2</sup>, lo cual la posiciona en el lugar 25 del ranking de las ciudades más pobladas en US (donde en primer lugar se encuentra la ciudad de Los Ángeles con una densidad de 6.99 habitantes por milla cuadrada), considerando una densidad de población significativamente menor a los dos casos anteriores.

A pesar de que es un área urbana cuyos ingresos es de los más bajos en comparación con el resto de Norteamérica, cuenta con gran presencia de industrias relacionadas con la tecnología y la educación, además de haber ganado el Desafío de Ciudades Inteligentes del Departamento de Transporte de Estados Unidos en 2016 y cuyo premio será usado para transformar los sistemas de transporte donde se generen menos emisiones, se usen vehículos eléctricos, entre otros cambios que se tienen contemplados, todo esto con la finalidad de hacer de Columbus una ciudad más sostenible con más oportunidades y mejores condiciones de movilidad como lo ha señalado Smart Columbus (2021) una organización de innovación dirigida por la Ciudad de Columbus.

De esta manera, la ciudad planea superar las debilidades y oportunidades de los sistemas actuales mientras al mismo tiempo procura generar oportunidades laborales que vayan de la mano con dichos esfuerzos, el echo de que Columbus a lo largo del tiempo se ha enfocado en promover el uso del automóvil, esto sumado a una importante dispersión urbana y disociación de oportunidades sobre la vivienda y el empleo, produciendo barrios con tasas elevadas de personal desocupado y pobreza, es el principal origen de pensar a la ciudad dentro de un esquema Smart, vitalizando todas esas áreas a mejorar desde el planteamiento de una estrategia para desarrollar corredores funcionales que permitan conectar las zonas habitacionales con los centros de negocio, esto gracias al uso de diferentes tecnologías que integrarán datos en varios modos de transporte para optimizar el uso de dichos corredores, así como sensores que

proporcionen la localización automatizada de vehículos para gestionar elementos de eficiencia temporal de las rutas sin olvidar mantener e incrementar el nivel de seguridad mediante vehículos autodirigidos o autónomos capaces de reaccionar y maniobrar más ágilmente que un humano frente a hechos de tránsito.

Las acciones anteriores consideran no solo que se garantice la usabilidad del transporte público, sino que al tener efecto en la movilidad social de manera indirecta promueve una evolución en conjunto de la ciudad con una expectativa a futuro prometedora. De acuerdo el Estudio de Transporte del Área de Columbia (COATS, 2015) en el Plan Regional de Transporte de Ohio, se establecieron métricas y objetivos para evaluar el progreso y rendimiento, tales como la reducción del índice de colisión y aumento de pasajeros por vehículo, evitar afectar negativamente a las poblaciones de atención prioritaria, entre otros puntos. Si bien existen algunos desafíos en la instrumentación de cada uno de estos proyectos, ya sea en la coordinación entre actores o la garantía de interoperabilidad de los diferentes proyectos, está siendo un punto focal en la atracción de inversionistas privados y ayuntamientos de países extranjeros que con seguridad aportarán activamente en el desarrollo futuro de Columbus.

Estos tres ejemplos de ciudades con modelos Smart nos permiten observar apenas un pequeño fragmento de lo que podríamos esperar del futuro cercano en cuanto al transporte y la movilidad, no obstante, estos ejemplos no delimitan lo que debería de ser una Smart City, por lo que considerar el caso mexicano a su incorporación no es algo imposible de pensar ya que las condiciones y tecnologías disponibles ofrecen una amplia posibilidad en cuanto a la evolución de las ciudades del mundo, aunque estas tengan mayor dependencia económica de países más desarrollados y existan otros inconvenientes de carácter sociales o políticos, tan solo hace falta repensar estos conceptos desde un nuevo paradigma basándonos desde lo que ya conocemos hasta el momento sobre los casos anteriormente presentados y procurando dirigir el desarrollo de este tipo de proyectos hacia la solución de problemas locales que requieran mayor prioridad y, como cada ciudad considera retos distintos, la forma y evolución de las Smart City's en el mundo será diverso.

De esta manera es necesario determinar una serie de ejes, normas o protocolos que permitan homogeneizar las variantes de Smart City en el mundo para el intercambio y funcionamiento cooperativo global de estas sin que limiten la elasticidad y libertad que requiere cada caso para solucionar las necesidades de la población. Además, por esta misma razón, será importante revisar el caso de la Ciudad de México, que es donde se centra la atención de este trabajo de investigación, procurando analizar en primera instancia todo lo referente a la infraestructura física y digital que se encuentre vigente, los esfuerzos y enfoques con los que se han desarrollado las políticas públicas en materia de innovación y desarrollo digital, así como entender las ventajas y desventajas que podría considerar la CDMX al incorporar un modelo de Smart City, lo cual se analizará en el siguiente capítulo.

## II. Infraestructura digital en CDMX (ventajas y oportunidades)

“Prefiero mirar al futuro y soñar, que mirar al pasado y arrepentirme”

James Van Praagh

Si a un niño le hubieran preguntado hace 20 años cómo se imaginaba que sería el futuro seguramente habría respondido que habría autos voladores, cruces inteligentes y toda clase de elementos tecnológicos que se muestran en las películas de ciencia ficción. Sin embargo, hoy en día para muchos de los ciudadanos no pareciera que la ciudad hubiera cambiado significativamente en el aspecto tecnológico.

Desde luego que existen muchas nuevas herramientas que usamos hoy en día, pero en lo general no pareciera que hubiera gran avance debido a que muchos de los sistemas urbanos siguen funcionando de la misma manera, como lo es el sistema de educación pública y algunos medios de transporte público. No obstante, si existen elementos muy importantes que se han estado considerando a favor de cambiar esta perspectiva y que debido al entorno tecnológico que no es palpable físicamente en la mayoría de los casos, resulta complicado que la ciudadanía se entere de las acciones que se están tomando.

A lo largo de este capítulo se abordarán las leyes y programas públicos referentes a innovación para la Ciudad de México, así como otro tipo de proyectos relacionados con el entorno digital y de comunicaciones que tienen incidencia en el ámbito urbano. Por otro lado, se definirán algunas de las características de la infraestructura de transporte, su administración y operación, así como las nuevas alternativas de movilidad que se han agregado para competir y/o complementar a los medios de transporte público.

El desagregado de todos estos elementos, se evaluarán como positivos o negativos para aplicar un modelo de gestión integral en la CDMX, con la finalidad de identificar ventajas y desventajas preexistentes que beneficiarían o limitarían el desarrollo de este, y con base en ello tomar las consideraciones pertinentes para el desarrollo de la propuesta que se definirá en el siguiente capítulo.

### II.1 La infraestructura digital vigente en la Ciudad de México en el ámbito del transporte

En este subcapítulo se desagregan algunos datos generales sobre un breve análisis de México como país con respecto a las estrategias y acciones que ha considerado en el área de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), lo cual ayudará en la comprensión del

estado actual de este en cuanto a su infraestructura y entorno para el desarrollo y uso de la tecnología. Posteriormente se analizarán las políticas públicas que conforman el marco legal en cuanto a las tecnologías de la información, hablaremos de la estrategia de Inteligencia Artificial que es uno de los avances más significativos y recientes en cuanto a CTI y posteriormente revisaremos el estado de la Ciudad de México teniendo como referencia los casos de Singapur, Barcelona y el caso de Columbus.

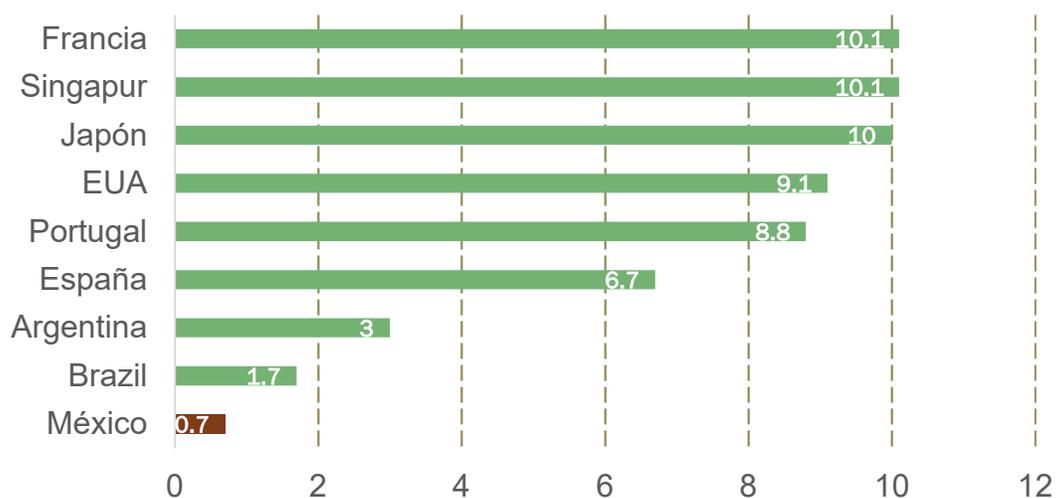
De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (2020), el sistema económico que ha dominado a México durante los últimos 40 años ha tenido efectos desafortunados en la sociedad, incluyendo al sector CTI, esto debido a un escaso financiamiento y políticas públicas que no obedecen a las necesidades de la realidad social y ambiental del país.

En el contexto internacional un indicador relevante es el número de investigadores como proporción de la PEA, ya que el apoyo a la investigación científica y la mejora de la capacidad tecnológica y de innovación son factores relevantes para el desarrollo científico y económico que pueden contribuir al bienestar de un país.

En 2016 México contaba con 0.7 investigadores por cada mil habitantes de la PEA, mientras que Singapur, Japón y Francia, contaban con al menos 10 científicos por cada mil personas de la PEA. A su vez, en el caso latinoamericano, México se encuentra por debajo de Argentina y Brasil, mismos que cuentan con 3 y 2 investigadores por cada mil personas dentro de la PEA respectivamente, como se muestra en la siguiente ilustración.

En DOF (2020) describe que México en comparación con otros países cuenta con una proporción significativamente menor de investigadores por cada mil habitantes de la población económicamente activa (PEA), además de destinar un porcentaje menor de su PIB al Gasto en Investigación Científica y Desarrollo Experimental (GIDE) en comparación con Estados Unidos y Japón que invirtieron 7 veces más en el año 2016.

Ilustración 14. Número de investigadores por cada 1,000 habitantes de la PEA



Fuente: OECD, Main Science and Technology Indicators 2018, citado por DOF (2020)

La inversión que se realiza en nuestro país en Inversión Extranjera Directa (IDE), contra la inversión de otros países líderes en actividades científicas y tecnológicas, se evidencia una situación de franca y evidente debilidad, para 2016 México destinó 0.4% de su PIB al GIDE, mientras que algunos países de la OCDE, como Japón y Estados Unidos, invirtieron 7 veces más, por lo que México forma parte de los países con menor aportación en el rubro.

En contraste, el DOF (2020) menciona que el sector empresarial solo financió el 19% de la IDE realizada en México mientras que el resto de los recursos fue por aportación del gobierno (77%) y otras fuentes (4%). Por lo general en los países desarrollados este mismo sector es el principal financiador de actividades de investigación y desarrollo con un 60% de aportación en promedio y en menor proporción el gobierno y los demás sectores (40%).

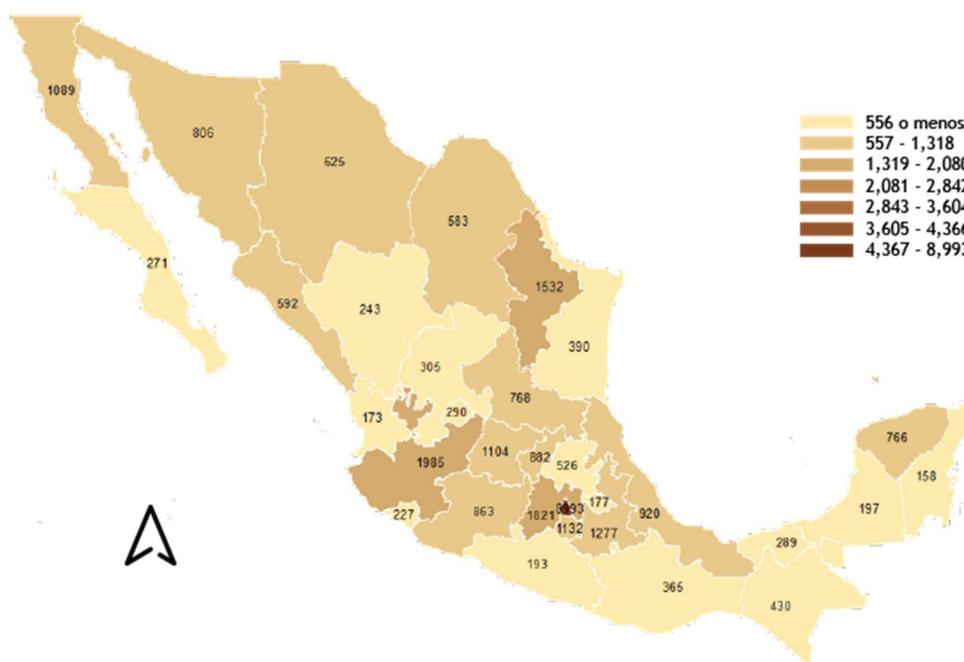
De acuerdo con datos obtenidos de la World Intellectual Property Organization (WIPO) (2018) respecto al Global Innovation Index, de 2013 a 2018 México ganó 7 lugares (pasando del lugar 63 al 56), sin embargo, en el mismo periodo, perdió 16 lugares en materia de eficiencia (pasando del 56 al 72), es decir, aunque hubo mayores insumos para el apoyo a la innovación, la eficiencia fue menor.

En concordancia con el Acuerdo por el cual se expide el Programa Institucional 2020-2024 del CONACyT, para el año 2019 se tenían registrados 30,548 miembros del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), los cuales se distribuyen en un 16.5% en investigadores del área de Ciencias Sociales; Ciencias Físico Matemáticas y de la Tierra (15.4%); Biología y Química (14.8%); Humanidades y Ciencias de la Conducta (14.6%); Ingenierías (14.6%); Medicina y Ciencias de la Salud (11.6%) y Biotecnología y Ciencias Agropecuarias (12.5%).

Al mismo tiempo, la distribución geográfica de los miembros del SNI es centralizada y corresponde a grandes ciudades, como se puede observar en la siguiente ilustración, por lo que en el Diario Oficial de la Federación (2020) se puntualiza la distinción entre el centro y la periferia, además, que su reglamento y los criterios de evaluación resultan ambiguos y privilegian la producción de artículos en lugar de proyectos de desarrollo.

Esto es palpable desde la revisión de los productos de investigación realizados, mismos que no han respondido o contribuido a la solución de problemas nacionales de atención prioritaria como lo es la reducción de la brecha en cuanto a las capacidades científicas, tecnológicas y de investigación entre los estados que componen la república mexicana. Parte fundamental del reparto de los apoyos en cuestión de inversión y recursos es que los esfuerzos o programas financiados se mantienen aislados y refleja poca articulación para la atención de problemáticas estratégicas a nivel regional.

Ilustración 15. Distribución geográfica de los miembros del SNI por estado



Fuente: elaboración propia con base en datos del Sistema Nacional de Investigadores (2022)

Es preciso mencionar que el CONACyT ya tiene planeado desarrollar un Ecosistema Nacional Informático, el cual servirá para planear estratégicamente las prioridades de investigación, incluyendo las tecnologías de ciencia de datos e inteligencia artificial y que articulará la infraestructura en un ecosistema para albergar bases de datos con las que ya se cuenta.

La propuesta en este sentido recae en hacer un mejor uso de los recursos existentes y ya se ha puesto en marcha dentro del campo de la salud, dotando de “un espacio de acceso abierto para el análisis de datos y visualización de información generada por los Proyectos Nacionales de Investigación e Incidencia (Pronaii)” de acuerdo con la página web de Salud, CONACYT (2022). Se trata de un recurso público dirigido a la población interesada en la temática (estudiantes, investigadores, docentes y tomadores de decisiones), sin embargo, no considera a la ciudadanía y el posible provecho que podría brindar dicha información.

El objetivo prioritario número dos de los principios rectores para construir el Programa Institucional del CONACyT menciona esta articulación de los diferentes actores relacionados con el sector de CTI para atender prioridades nacionales con la finalidad de lograr un mayor bienestar social, cuidado del ambiente a través de un enfoque ético y de Programas Nacionales Estratégicos también conocidos como PRONAES de los cuales existen 10; salud, agua, educación, cultura, vivienda, energía y cambio climático, sistemas socio ecológicos, seguridad humana, agentes tóxicos y procesos contaminantes, así como soberanía alimentaria (Barrios, 2022).

Entre las múltiples acciones puntuales sobre las diferentes estrategias, se encuentra el fomento al desarrollo de proyectos interdisciplinarios con visión de sistemas complejos y que busquen incidencia a largo plazo, así como en el rubro de las relaciones internacionales y una gran variedad de elementos que se están considerando tanto para la elaboración de políticas públicas y la toma de decisiones.

Esto nos hace pensar que se tienen contemplados grandes puntos en cuanto a la consolidación, fomento, evaluación y cooperación para aprovechar estratégicamente la información, de hecho, está redactado en la estrategia prioritaria 6.3 como una acción puntual el “construir tableros de diagnóstico y prospectiva que permitan tener información al momento sobre el estado de las actividades en el sector de CTI, su financiamiento y la evaluación del mismo” (Diario Oficial de la Federación, 2020, pág. web).

Si bien todas estas acciones no están catalogadas particularmente para una serie de temas o proyectos en específico, la redacción de estas resulta ahondar dentro del paradigma de la administración pública, una mayor vinculación entre los diferentes actores y el bienestar social, no se argumenta claramente sobre temas urbanos relacionados con la innovación tecnológica como lo podría ser la instrumentación e investigación de software o hardware para el monitoreo de las ciudades, así como tampoco se tiene en consideración el democratizar la tecnología y la información para la fácil comprensión y empoderamiento de los ciudadanos en los procesos de toma de decisiones, lo cual está dirigido a que todos puedan tener acceso a esos recursos y que éstos puedan ser de su provecho independientemente de cualquier condición física que no te permita interactuar con ella, de hecho, en el artículo 64 de la Ley de Ciencia y Tecnología se especifica que el CONACYT impulsará y diseñará una estrategia nacional para democratizar la información y que con ello el conocimiento universal se mantenga disponible.

### ***II.1.1 Marco legislativo***

De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación (2020) la Ley de Ciencia y Tecnología en su artículo 14 establece que el sistema integrado de información sobre investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación estará a cargo del CONACYT, quien deberá mantenerlo actualizado y comprenderá datos relativos a los servicios técnicos para la modernización tecnológica, el desarrollo tecnológico y la innovación. Además de que en su artículo 18 menciona que “el sistema y el registro deberán ser instrumentos efectivos que favorezcan la vinculación entre la investigación y sus formas de aplicación, promoviendo la modernización y competitividad de los sectores productivos y de servicios”.

Pareciera entonces que todos los esfuerzos se encuentran enfocados a las aplicaciones económicas y en brindar servicios de diferente tipo, que desde luego son parte fundamental del desarrollo económico pero que deja de lado el ámbito territorial que podría tener enormes beneficios para el desarrollo nacional al promover tecnologías con

aplicaciones en el territorio y que por su parte brindarían información y herramientas pertinentes para incrementar los parámetros de inclusión social, ventajas competitivas y cooperativas entre los sectores productivos y que en general tendría una mayor eficiencia y eficacia de los programas y proyectos de investigación.

Por otro lado, el DOF (2020) establece en el artículo 70 de la Ley de Ciencia y Tecnología que el CONACYT operará el Repositorio Nacional cuya función principal es el acopio, preservación, gestión y acceso electrónico de información y contenidos de calidad, mismo que operará mediante el uso de estándares internacionales que permitan buscar, consultar, reproducir y recuperar la información que sea reunida

Este repositorio está principalmente enfocado al almacenamiento de publicaciones científicas, datos de investigaciones y productos del desarrollo tecnológico y de innovación, lo cual limita su potencial a la visualización y descarga de información. En concordancia con el CONACYT (2015) en él se busca que exista interoperabilidad con los repositorios existentes en 7 niveles; metadatos, nivel de contenido, nivel de red, nivel de estadísticas y datos de uso y a nivel de identificadores.

Un elemento de vital importancia encaminado al acceso abierto de este repositorio se menciona en el artículo 72, inciso II de la Ley de Ciencia y Tecnología, donde se determina el deber del CONACYT para establecer la normativa a nivel nacional para el acopio, estandarización, integración, almacenamiento y difusión de la información derivada de investigaciones, material académico, científico y tecnológico y de innovación.

En el artículo 51 de la Ley de Ciencia y Tecnología se menciona que entidades de la administración pública, instituciones de educación y centros públicos de investigación deben promover junto con el sector público y privado la conformación de redes regionales de innovación, unidades de vinculación y transferencia de conocimiento y alianzas tecnológicas.

Lo anterior se refuerza a través de la reforma de telecomunicaciones de 2013, donde se especifica en el artículo 6 que “el estado establecerá las condiciones de competencia efectiva en la prestación de servicios” (SEGOB, 2013, pág. web) en el rubro de las telecomunicaciones y donde reconoce el derecho al uso de internet, aumentando la competencia y la promoción de nueva infraestructura de telecomunicaciones, así como el establecimiento de una política de inclusión digital universal como obligación del estado.

Dado el contexto de conectividad y protección de datos, la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares estipula que el Instituto Federal de Acceso a la Información y Protección de Datos y la Secretaría de Economía son las autoridades responsables de salvaguardar los datos de las personas, mientras que por otro lado, la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Sujetos Obligados tiene por objetivo proteger los datos personales en posesión de cualquier organismo u autoridad de gobierno en cualquier nivel para el adecuado tratamiento de dichos datos, regulando además, la organización y operación del Sistema Nacional de

Transparencia, Acceso a la Información y Protección de Datos Personales, relacionándose con la meta de interoperabilidad de la Estrategia de Desarrollo Nacional mediante la simplificación de la comunicación entre los ciudadanos y el gobierno.

### ***Retos en el marco legislativo***

De acuerdo con Montero (2019)<sup>5</sup>, las redes de servicios que proveen las ciudades en la infraestructura tradicional están ligadas directamente al territorio y donde debería existir una autoridad que se encargue de regular las actividades que se realicen a diferentes escalas, considerando el tipo de servicio, licencias otorgadas, derechos especiales, así como obligaciones públicas que correspondan.

Por consiguiente, con el gran crecimiento de los servicios digitales que por defecto no tienen presencia física, la definición de políticas públicas, ofrecimiento de servicios y el cobro de impuestos ha sido una tarea ardua en la que debido al contexto global de estos nuevos modelos se imposibilita definir con claridad a quiénes beneficia o aplica tal o cual ley o reglamento y por consiguiente qué multas o sanciones serían ejercidas ante un servicio que se oferta en otro país diferente del que se ubican las oficinas administrativas, como es el caso de las plataformas de Uber, Didi o Rappi.

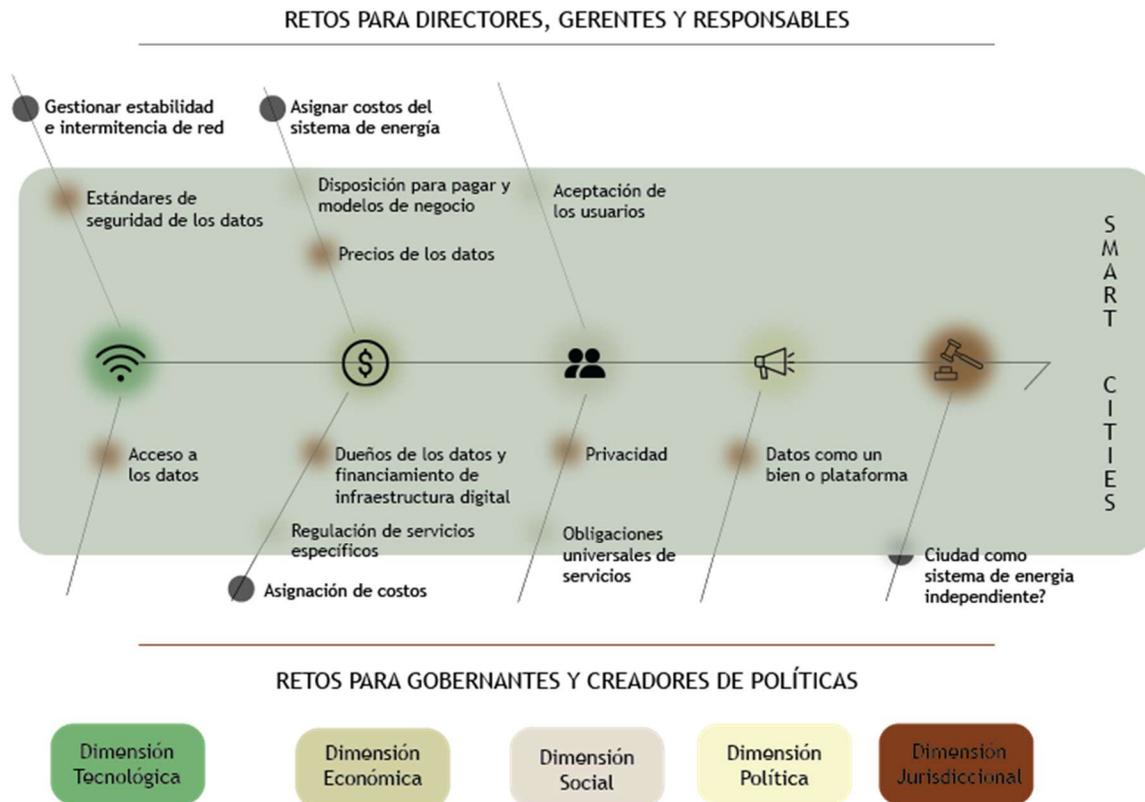
En este sentido, a pesar de que varias de sus actividades y servicios no están ligados al mundo físico de manera directa consideraron un esquema muy complejo, ya que el marco legal correspondiente a cada país es diferente y debido a esto, en un principio se había definido que cada empresa sólo adoptaría las responsabilidades y obligaciones del país donde el proveedor se estableciera inicialmente, pues de ahí surgió el resto de sus actividades, sin embargo, ahora no necesariamente corresponde al lugar donde el servicio es ofertado y varios autores consideran que dicha situación ha originado diversas formas para interpretar cuál es el marco regulatorio aplicable según las condiciones de cada eventualidad.

Montero (2019) propone que se diseñen soluciones individualizadas para cada industria o servicio, lo cual ayudaría a garantizar la igualdad de condiciones entre proveedores nuevos y tradicionales, manteniendo el equilibrio entre los intereses individuales. La siguiente ilustración define los retos principales en cuestión de gobernanza y políticas públicas en el modelo de ciudad inteligente.

---

<sup>5</sup> El docente Juan José Montero Pascual, profesor titular en el departamento de Derecho Administrativo para la Facultad de Derecho de la Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, España se ha desempeñado en la investigación de diversas áreas de estudio, como son la regulación económica, regulación de las plataformas digitales, derecho del transporte y los servicios postales, derecho de las telecomunicaciones y derecho audiovisual. Además, es miembro de la United States Federal Communications Bar Association.

Ilustración 16. Retos para creadores y responsables de políticas públicas para una Smart City

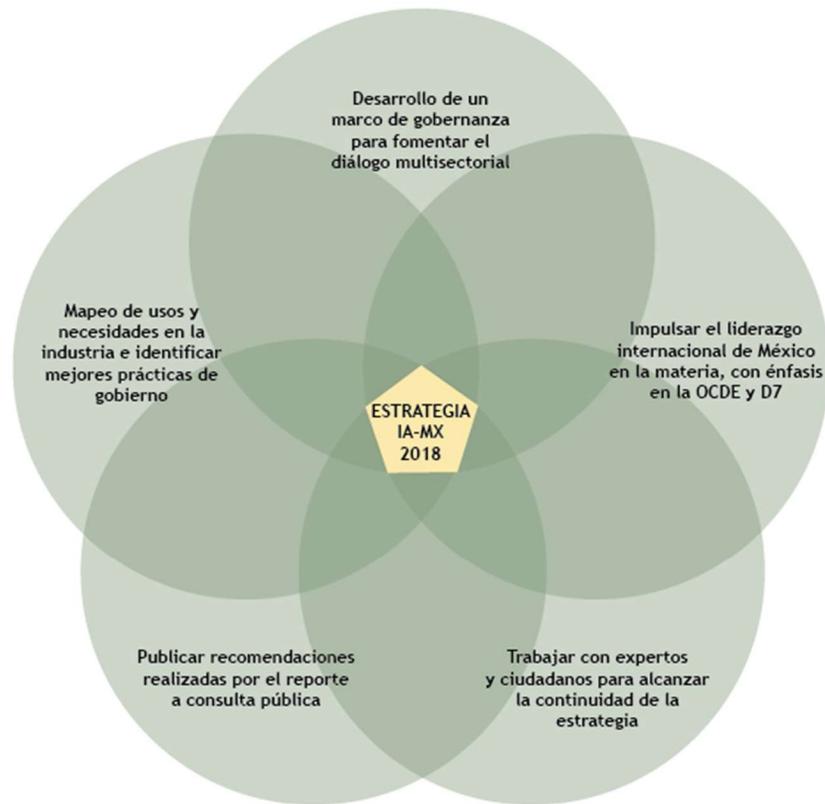


Fuente: Elaboración propia con base en Finger (2012)

### II.1.2 Estrategia de Inteligencia Artificial

Afortunadamente, México forma parte de los primeros 10 países en contar con una estrategia de Inteligencia Artificial (Estrategia IA-MX 2018), lo cual es altamente significativo para continuar promoviendo la generación de redes regionales de innovación y que, según Zapata (2018), contempla lo siguiente:

Ilustración 17. Estrategia AI-MX 2018



Fuente: Elaboración propia (2022)

De acuerdo con el artículo 19 sección IV de la Ley de Propiedad Industrial, los programas computacionales no se consideran invenciones, sin embargo, la Ley Federal de Derechos de Autor si concede protección a los programas computacionales de conformidad con los Tratados Internacionales de los que México forma parte, Truswell (2018) hace hincapié en que para esta estrategia de IA es vital contar con regímenes flexibles de propiedad intelectual.

En el informe comisionado por la Embajada Británica en México sobre el aprovechamiento de la revolución de la IA se menciona la Ley Fintech (reguladora del sector de finanzas y tecnología) que fue aprobada y mediante la cual será posible generar pruebas de modelos de empresas innovadoras mediante el uso de datos de un grupo limitado de clientes, lo cual termina siendo un enfoque de regulación flexible, muy necesaria hoy en día dentro de un ambiente de rápido cambio.

A grandes rasgos, muchas instituciones ya comienzan a tener implicaciones en el entorno digital, ya sea por la migración de algunos de los procesos de los cuales se encargan o bien se encuentran ofertando nuevos servicios. Sin embargo, las instituciones clave dentro de las estrategias de innovación son:

Tabla 3. Instituciones participantes en la estrategia de innovación

La Oficialía Mayor	Encargada de digitalizar los servicios del gobierno, desarrollar políticas de datos abiertos y dirigir la transformación digital de la ciudad
La Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación (SECTI)	Responsable de establecer las políticas relacionadas con el estudio y desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación
La Sociedad Mexicana de Inteligencia Artificial	Donde se discuten y comparten proyectos de innovación relacionados con la IA
La Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de la Información	Promueve el desarrollo económico, la innovación y la competitividad
El Laboratorio para la ciudad	Se refiere al área experimental de innovación cívica y creatividad urbana

Fuente: elaboración propia (2022)

Algo que hay que aclarar es que por el momento el único medio viable para la transportación de los datos es la infraestructura de telecomunicaciones, aunque en el contexto actual y con el eminente despliegue de las redes 5G será posible obtener un beneficio en cuanto al desarrollo del IoT y para las ciudades al poder soportar el incremento de tráfico mediante WiFi 6. Del Pozo (2020) aclara que otro elemento relevante en esta adopción sobre la IA depende de la capacidad para asegurar que los datos, tecnologías y redes se mantengan seguros, por lo que la importancia de un nivel considerable sobre la ciberseguridad es fundamental cuando los ataques se vuelven más frecuentes, numerosos y sofisticados

En palabras de la Coalición IA2030Mx (2020), “lograr la anonimidad de los datos puede ser un elemento clave para promover el acceso al garantizar la protección de la privacidad de las personas que los generen, sobre todo cuando sistemas de IA consumen grandes cantidades de información y, desde el ámbito económico, se requiere regular los monopolios de datos para evitar que el acceso al Big Data se convierta en una barrera” (Pág. 24).

Este análisis sobre las condiciones actuales de las normativas en materia tecnológica y las estrategias de innovación que ya se están contemplando no estaría completo sin entender la situación del contexto mexicano que envuelve las decisiones y estrategias que se han considerado, ya que existen diferentes elementos que pueden llegar a ser definitorios en la instrumentación y construcción de un ecosistema interconectado, por lo que al tomar como referencia algunos de los casos de éxito que han involucrado las

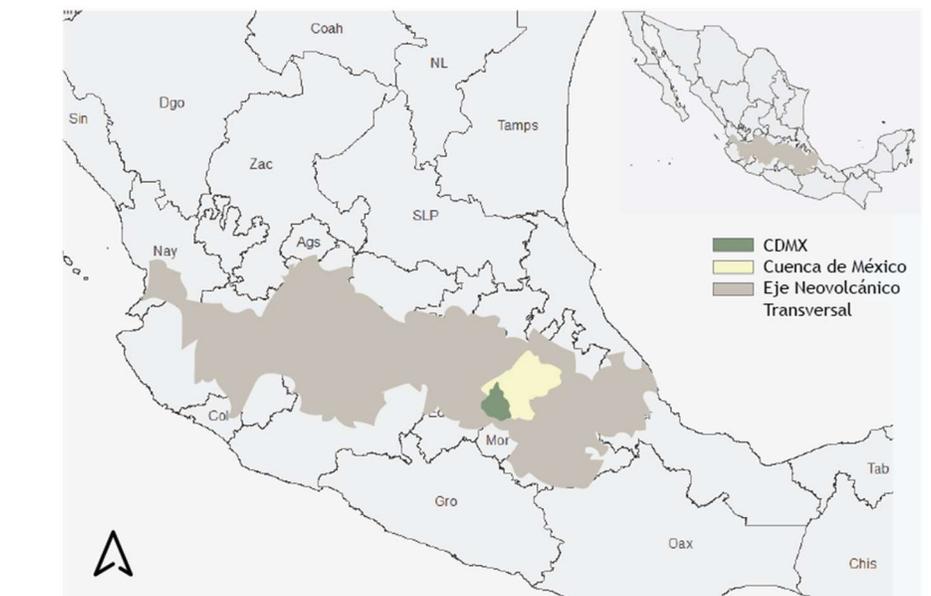
tecnologías para el mejoramiento de la movilidad urbana en sus ciudades será posible constatar cuáles son los cambios necesarios para facilitar la adopción de un esquema Smart en nuestra ciudad, así como ser más conscientes de la estructura sobre la cual se basa el área de investigación y desarrollo como una limitante o posibilitadora del cambio, lo que da pie al siguiente apartado.

### **II.1.3 Comparación entre casos de éxito y la CDMX**

A continuación, se revisará en mayor profundidad la situación de la Ciudad de México, sus características principales y cómo es que se compara con la ciudad de Singapur y de Columbus que, aunque es claro que no es una comparación justa o equiparable en un sentido estricto, la idea de tomar este par de casos es vislumbrar los elementos y referencias que en México deberían tomarse en consideración como áreas de oportunidad que son clave para tener éxito en la transición hacia ciudades inteligentes.

Hay que mencionar que la CDMX es la capital del país y que a lo largo del tiempo ha considerado una enorme inversión tanto pública como privada, sin olvidar que además concentra la mayoría de los servicios y empresas más importantes del país, lo cual ocasiona que sea considerado el estado más nuevo y de economía sólida, ya que su aportación al PIB nacional es de 15.8% de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (2020). Su ubicación geográfica se encuentra en la Cuenca de México, la cual es cerrada y rodeada de una zona montañosa cuyos orígenes se remontan a un sistema de lagos que tuvo lugar previamente.

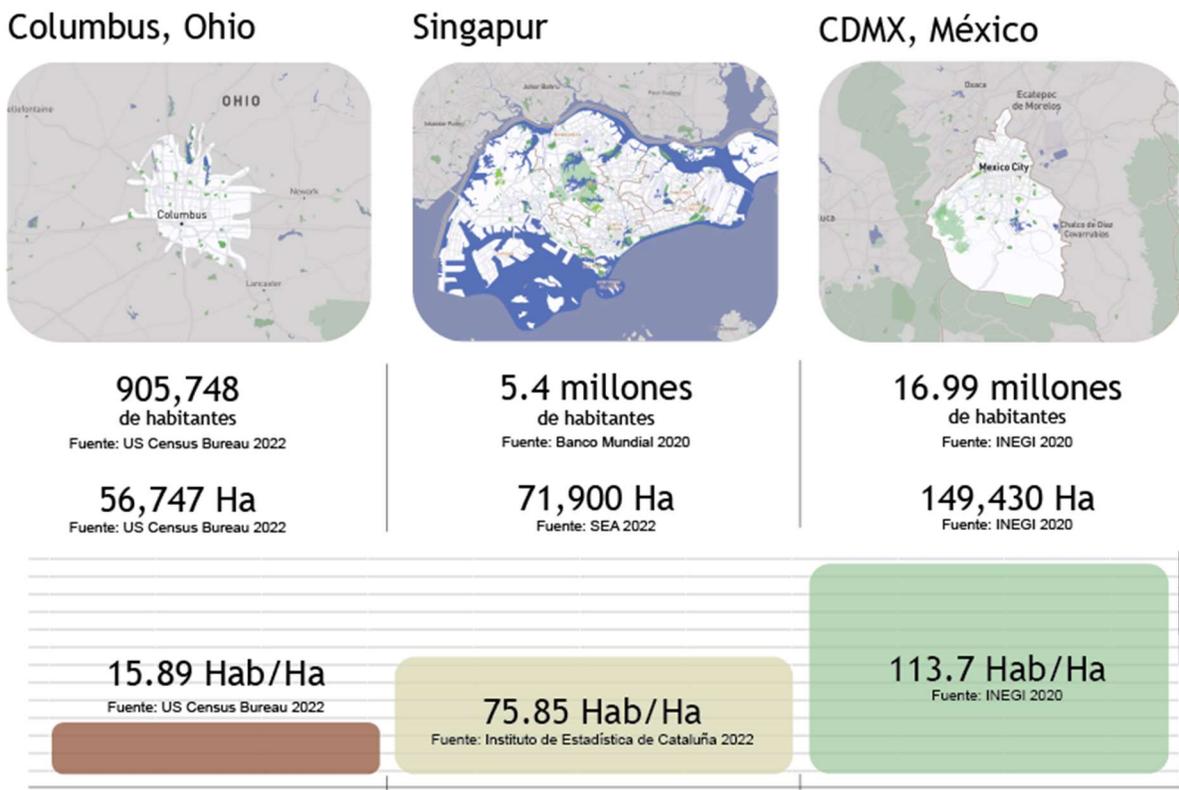
Ilustración 18. Localización geográfica de la Ciudad de México



Fuente: (SEDEMA, 2022)

Cabe mencionar que, a comparación de la ciudad de Columbus y Singapur, se trata de una ciudad con muy alta densidad poblacional debido a que es casi el doble de la correspondiente a Singapur y casi 10 veces mayor a la de Columbus (75.85hab/Ha 15.89hab/Ha respectivamente). Esto resulta muy importante debido a la demanda de servicios básicos que representa, ya que mientras más población se concentra en un área específica, más complicado resulta satisfacer dicha demanda, por los procesos de planeación que conlleva, ubicar y verificar que pueden aprovecharse las fuentes de donde emanan los recursos que se necesitan y demás, por lo que Columbus y Singapur requieren en cierta medida, un menor gasto público en términos de la demanda existente. Si bien que la densidad poblacional sea mínima también representa un enorme reto debido a la baja posibilidad de otorgar recursos para instalar infraestructura en zonas de difícil acceso, no es el caso de Columbus o de Singapur.

Ilustración 19. Población total y densidad poblacional (Singapur, Columbus y CDMX)

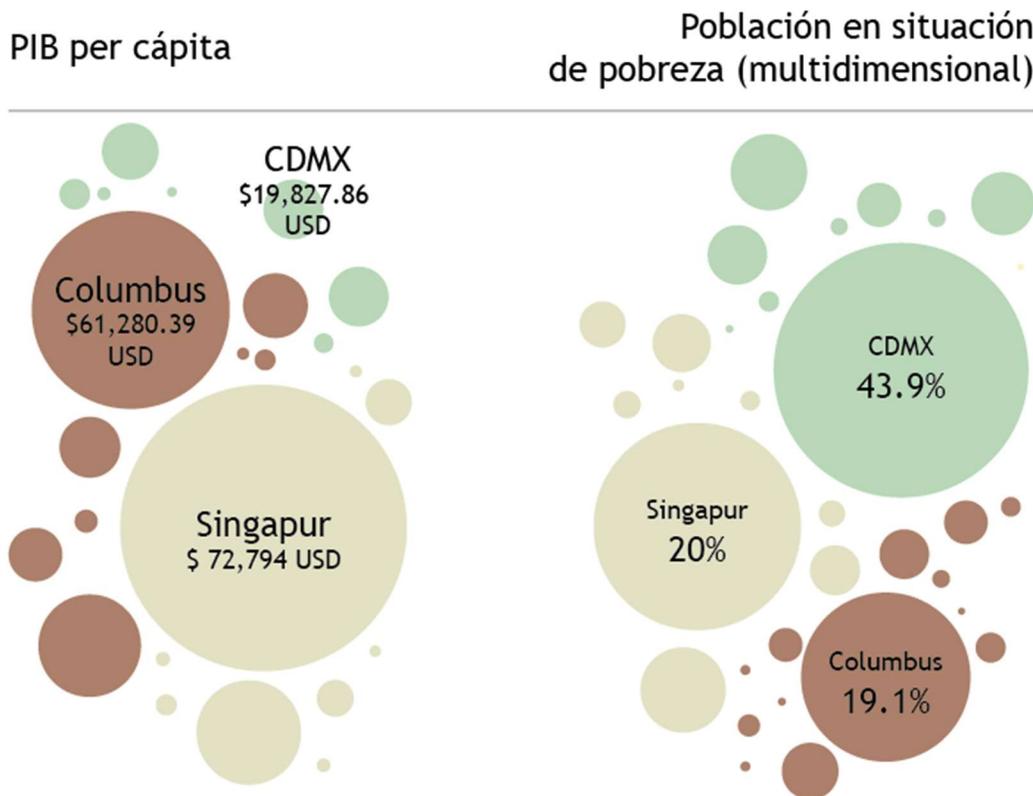


Fuente: Elaboración propia con base en (United States Government, 2022),

Lo anterior resulta relevante debido a la existencia de recursos demandados y que podrían ser ofertados, por lo que algunas de las áreas de servicios básicos son relativamente más sencillas de satisfacer en un corto plazo, permitiendo a su vez enfocar los esfuerzos en el gasto público hacia el área de la innovación y desarrollo de tecnologías que incrementen la eficiencia de los procesos todavía más.

De acuerdo con el Banco Mundial (2022) Singapur considera la economía más fuerte debido al PIB per cápita superior en casi 7 veces al de la CDMX (\$72,794 USD y \$19,827.86 USD correspondientemente), muy similar al de Columbus que, aunque es menor, sigue contemplando una suma muy alta, lo cual desde luego corresponde a un contexto más consolidado y con menor dependencia de economías extranjeras. Sin embargo, hay que mencionar que en la Ciudad de México el 43.9% de la población se encuentra en situación de pobreza, un porcentaje de poco más del doble que Singapur y Columbus donde STATS (2022) menciona que aun así es muy relevante que el 19.1% de la población se encuentre en estas condiciones y que deberían enfocarse en mejorar las condiciones de vida de los ciudadanos. En general, esto deja muy claro que no es muy positiva la posición económica de la ciudad a grandes rasgos de acuerdo con las cifras del Consejo Nacional de Evaluación de la Política de Desarrollo Social (CONEVAL, 2020)

Ilustración 20. PIB per cápita VS población en situación de pobreza

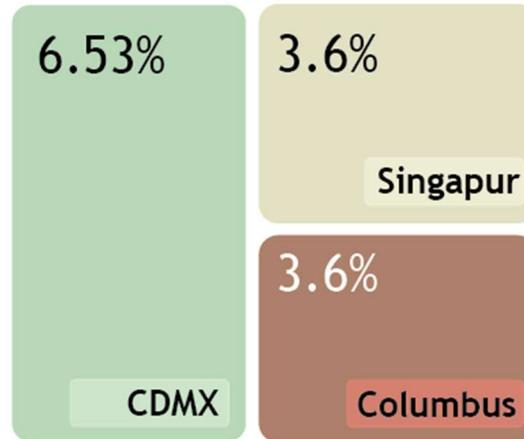


Fuente: Elaboración propia con base en (Oi, 2022), (INEGI, 2022), (IMCO, 2021) y (WTO, 2020)

Acompañando los datos anteriores, Estrella (2021) señala que la Ciudad de México considera un 6.53% de la población económicamente activa como desempleada, casi el doble que en el caso de Singapur y Columbus, ejemplos que hasta el momento son muy similares en cuanto a la estructuración de su economía y los efectos que tiene en la población (Gobierno de España, 2022), recordando que la base económica y el bienestar

social deben ser elementos clave al momento de aspirar a la adopción de nuevas tecnologías, ya que si no es el caso, se corre el riesgo de continuar segregando a la población más vulnerable.

Ilustración 21. Desempleo, total (% de la población activa total) (estimación modelada OIT)



Fuente: Elaboración propia con base en (CEFP, 2018)

Con la finalidad de comprender un poco mejor cómo es que está conformada la economía de estos tres países, en la siguiente tabla se puede observar la aportación al PIB por sector económico, donde nos permite visualizar que Singapur contempla una aportación diversificada, lo que se traduce en un menor grado de vulnerabilidad frente a cambios económicos que pudieran afectar a un sector en particular, tal es el caso que aunque el sector primario representa un porcentaje menor con respecto al resto de los sectores, comparado con la CDMX y Columbus, considera una aportación significativa (8.5%), mientras que estas otras ciudades su sector primario aporta menos del 1% al PIB.

La Ciudad de México, por otro lado, se encuentra significativamente más vulnerable en este sentido, ya que el 91.02% del PIB es aportado por el sector terciario, también conocido como el de los servicios. A pesar de esto, un análisis a mayor escala podría demostrar un poco mejor esta noción, ya que podría estar coordinada con otras ciudades intercambiando bienes y servicios de manera que pueda compensar la baja productividad de los sectores primario y secundario.

Tabla 4. Aportación al PIB por sector económico

		CDMX	Singapur	Columbus
	SECTOR PRIMARIO	0.04%	8.5%	0.9%
	SECTOR SECUNDARIO	8.94%	21.5%	17.6%
	SECTOR TERCIARIO	91.02%	70%	81.5%

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI, Trading economics y el Banco Mundial (2021)

Hasta este punto es fácil tener la idea de que la CDMX es una cuyas características parecerían desfavorables para la inserción de un modelo de Smart City, ya que tiene una mayor densidad poblacional en comparación con Singapur y Columbus, lo que implica un mayor gasto en infraestructura, tanto para la instalación como su mantenimiento. Además, de las tres es la que tiene el menor producto interno bruto y un mayor porcentaje de población en situación de pobreza, por lo que tiene menos recursos económicos para invertir en el mejoramiento de la calidad de vida de los ciudadanos, así como otras áreas de interés como podría ser el de investigación, desarrollo e innovación. Esto, aunado a una economía basada casi en su totalidad en el sector terciario.

Desde luego, al conocer estas grandes diferencias entre la Ciudad de México, Singapur y Columbus no parecería algo extraordinario, ya que hablamos de un ejemplo norteamericano que forma parte de un país desarrollado a tal grado que su moneda local es referencia para otros países debido a su estabilidad que ha tenido durante los últimos años, el de Singapur, un país asiático que constantemente ha tenido un crecimiento exponencial y desde luego otra serie de circunstancias muy diferentes al que tiene el caso latino. A pesar de ello, este análisis nos permite comprender mejor cuáles son algunas de las variables y elementos a considerar que podrían significar un cambio estructural positivo para el desarrollo de la CDMX, como la diversificación de sus actividades económicas, el incremento de oportunidades reales para el ascenso social de los grupos más vulnerables y demás.

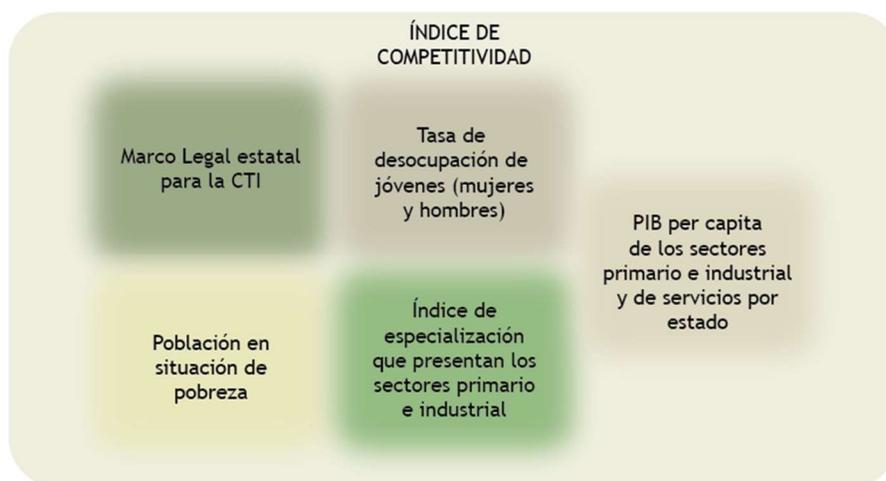
A grandes rasgos podemos concluir que en el ambiente internacional México como país considera algunas desventajas en la esfera económica y social, lo que en un breve ejercicio de análisis se han identificado elementos que serían fácilmente reconocidos

como una posición desventajosa y negativa, pero que en realidad significan oportunidades de mejora encaminadas a elevar la competitividad nacional.

De hecho, si observamos a la CDMX dentro del contexto nacional, está dentro de las ciudades más desarrolladas y a pesar del contexto internacional, sugiere múltiples elementos positivos que podrían resultar la contraparte del argumento anterior, vislumbrando un escenario futuro donde la inserción de un modelo Smart es exitoso. De acuerdo con el Índice de Competitividad (2022), la Ciudad de México se encuentra en el primer lugar a nivel nacional, donde se consideran elementos como el marco legal estatal de CTI, la población en situación de pobreza, la tasa de desocupación de jóvenes, el PIB per cápita y el índice de especialización en los sectores económicos. Vale la pena mencionar que también se encuentra primero en el Ranking de Ciencia, Tecnología e Innovación 2013.

El Centro de Análisis para la Investigación en Innovación (CAIINNO, 2015) menciona que en el índice se toman en consideración las diferentes perspectivas sobre la manera en que los estados legislaron para determinar recursos destinados a los Consejos de Ciencia y Tecnología, así como la pobreza según los reportes del CONEVAL y el desempleo, lo cual resalta cuando menos la visión y perspectiva sobre la innovación urbana desde el ámbito gubernamental, a pesar de requerir aún algunas consideraciones adicionales para terminar de encaminar y dirigir los esfuerzos de investigación y desarrollo.

Ilustración 22. Índice de competitividad



Fuente: Elaboración propia con base en CAIINNO (2015)

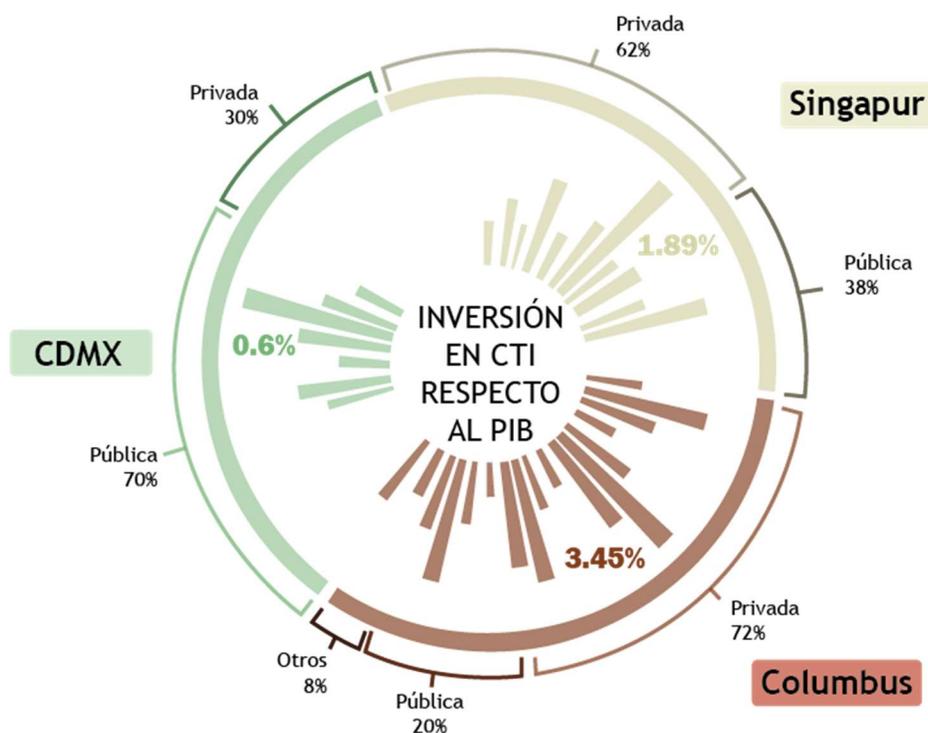
En este sentido, la inversión global del sector público y privado en CTI con respecto al resto de los estados de México, coloca a la CDMX en el segundo lugar nacional con un presupuesto del 1.22% (313.4 millones de pesos) del Presupuesto General destinado al ramo 38 (25,658.8 mdp), esto de acuerdo con la Estrategia Programática de la Secretaría de Hacienda (2020), lo que se traduce en un porcentaje ligeramente menor al de

Singapur, aunque cabe aclarar que en realidad solamente se utilizó menos de la mitad de dicho presupuesto (0.6% del PIB).

Esto, teniendo como referencia el caso de Columbus y Singapur, nos deja muy claro que la Ciudad de México está invirtiendo significativamente menos recursos en el área de investigación y desarrollo en comparación con Singapur, ya que, de acuerdo con el Banco Mundial (2022), esta ciudad ha invertido el 1.89% de su PIB, procurando incrementar constantemente el presupuesto a lo largo de los años, de manera que en su Plan Nacional de Tecnología 1991-1995 contaban con 2 mil millones de dólares y ahora en la nueva actualización (2021-2025) se ha logrado incrementar esta suma a 25 mil millones de dólares (MTI, 2021).

Columbus por otro lado, es el caso que, comparada con las otras dos ciudades, ha sido el que más ha invertido en este ámbito en términos porcentuales, ya que con un presupuesto del 3.45% del PIB , cuenta con una suma bastante elevada para realizar pruebas, impulsar la innovación y el desarrollo tecnológico sin dejar de lado otras áreas de importancia. Además, cabe mencionar que fue el ganador del reto Smart City del Departamento de Transporte (USDOT por sus siglas en inglés), por lo que fue galardonado con 50 millones de dólares, cuyo propósito recae en conducir a Columbus hacia el futuro con una visión de ciudades conectadas y una movilidad abierta que cumpla con los lineamientos de seguridad, sustentabilidad, desarrollo económico y la mejora en la calidad de vida (Smart Columbus, 2021).

Ilustración 23. Inversión en CTI con respecto al PIB



Fuente: elaboración propia

En adición a esto, la comparación de los tres casos muestra con claridad que en México el mayor porcentaje de la inversión orientada a Investigación y Desarrollo es pública (70%), mientras que en Singapur y Columbus ocurre lo opuesto y la inversión privada resulta mayor que la pública (70% y 30% correspondientemente), algo que es muy importante tomar en cuenta, ya que al destinar un mayor gasto público limita las acciones de gobierno que podrían estar enfocadas en resolver otras áreas de prioridad nacional mientras se apoya del sector privado para fortalecer las actividades de investigación y desarrollo dedicadas a mejorar la calidad de vida de las personas, se ayuda a crear nuevos modelos de negocios que a su vez derivarían en nuevos servicios para el bienestar social y una posición de mayores competencias, aunque desde luego sería necesario establecer ejes primordiales que sirvan como base: cuidado y preservación de los ecosistemas, enfoque de bienestar social, cooperación u otros.

La idea de este limitado y breve ejercicio comparativo es comprender un poco mejor cómo es que están estructurados algunos elementos generales de los casos de éxito que puedan ser empatados al caso latinoamericano a pesar de los diferentes contextos que las rodean, así como sus particularidades y, gracias a las distintas fuentes consultadas es posible comentar que la obtención de los datos presentados en general fue un proceso sencillo, sin embargo requiere un arduo tiempo de investigación, ya que cada ciudad como se podría esperar, cuenta con protocolos distintos para difundir la información, por lo que saber buscar la información, verificar que la terminología sea correcta o equiparable y, en el caso norteamericano realizar la conversión de unidades, muestra algunas de las limitaciones que existen cuando se busca comparar casos de estudios ajenos al contexto de quien busca realizar dicho análisis.

Si bien es algo a lo que muchos investigadores y analistas de todas las áreas se enfrentan con regularidad, hay que tener presente que es una limitante que damos por hecho y que nos cuesta horas de investigación y trabajo a tal grado que en muchos casos queda poco tiempo para realizar ideas y exploración de diferentes soluciones al problema, siendo un ciclo del cual no terminamos de salir debido a que los datos terminan “caducando” de alguna manera y al poco tiempo se hace necesario elaborar un análisis nuevamente.

Ahora bien, sobre el caso de la comparación per se, la Ciudad de México tiene una serie de retos más complejos debido a la densidad poblacional que es significativamente mayor y que de alguna manera limita los esfuerzos por reducir la población en situación de pobreza y aumentar el PIB per cápita. A esto se añade la población desempleada que no puede aspirar con facilidad a ocuparse dentro del sector primario cuando menos en esta ciudad, debido al abandono de las actividades agrícolas, ganaderas y agropecuarias por la población joven que está más interesada en insertarse al sector secundario y terciario, como lo muestra la tabla de aportación al PIB por sector económico, resultando en un desbalance entre sectores a favor del correspondiente a los bienes y servicios.

A pesar de esto, se agrega el hecho de que la investigación y desarrollo que se realiza en la CDMX es financiada con recursos públicos en su mayoría, lo cual limita muchas de

estas actividades a lo que podrían llegar a ser si hubiera una mayor participación desde el ámbito privado, ya que resultaría en procesos y proyectos de atracción de talento nacional que ayudaría a prevenir la coloquialmente conocida como “fuga de cerebros” donde tradicionalmente aquellos con ideas nuevas y capacidades intelectuales sobresalientes terminan por elegir mudarse de residencia a un país extranjero donde puedan encontrar mejores oportunidades de crecimiento laboral y estabilidad económica.

Por otro lado, sí se impulsara en mayor medida la inversión privada en esta área además ayudaría en el aprovechamiento eficaz y eficiente de los recursos, ya que las empresas, instituciones y asociaciones involucradas se preocuparían por evitar mal gastarlos y, aunque en el sector público también existe este interés, tiende a estar más rodeado de procesos ligados a la corrupción por lo cual resulta más sencillo que se desvirtuale la administración y manejo de éstos, derivándose en malas prácticas que conducen a un estado desventajoso en cuestión de innovación y desarrollo, razón que trae a colación la preocupación por entender con qué es con lo que cuenta la Ciudad de México en términos de infraestructura física y digital. En el siguiente subcapítulo se recorren elementos, estrategias y esfuerzos por desarrollar e impulsar la ciudad a un nuevo paradigma apoyándose con las tecnologías de la información y comunicación, de forma que se comprendan las ventanas de oportunidad para insertarse a un esquema de ciudad inteligente.

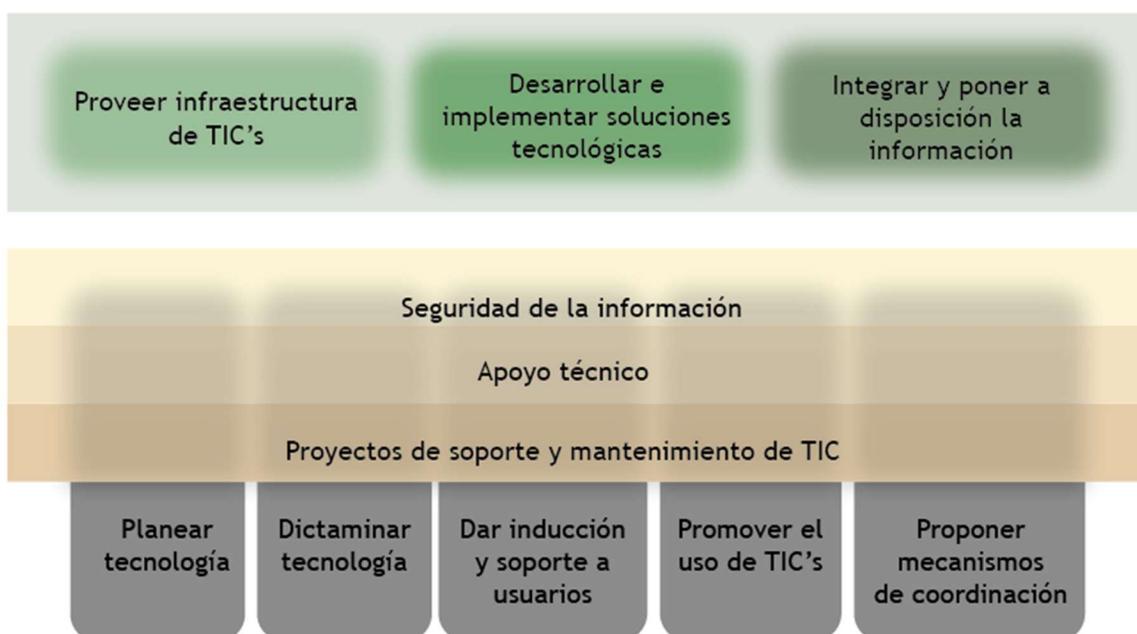
#### ***II.1.4 Sobre la infraestructura digital de la Ciudad de México***

A lo largo de muchos años, la CDMX ha comprendido el primer lugar nacional en el sistema nacional de ciudades, por lo que no es raro esperar que dicho título se traduzca a ser un punto de gran interés para la instalación de empresas nacionales e internacionales, cumbres y eventos de todo tipo, así como una gran atracción turística. Así pues, si al revisar el caso de esta ciudad fuera posible concluir que no es viable un esquema Smart, con dificultad podría considerarse otra ciudad mexicana con menor desarrollo y que depende en gran medida de este caso de estudio. Si bien existe el ejemplo de Jalisco como un lugar de reunión sobre el ámbito tecnológico y gran visión innovadora, no cuenta en cierta medida con los mismos recursos públicos para este motivo, de ahí la importancia de la aportación del sector privado como posibilitador del cambio.

Una pieza clave encaminada a reducir esta dependencia y a la diversificación y fortalecimiento de las actividades económicas en las diferentes regiones de México es la infraestructura de telecomunicaciones nacional, así como los portales de consulta de información abierta y otros recursos que ya no dependen de la ubicación geográfica, brindado mayor facilidad para el acercamiento de la población a todos estos. De esta manera, este apartado recorrerá a gran escala algunos de los recursos más importantes en México y posteriormente nos centraremos en comprender los servicios con los que ya cuenta la Ciudad de México y que de alguna manera están encaminando las actividades tradicionales a un esquema digital.

Daremos inicio hablando un poco de la estrategia para la adopción de las TIC's, donde la siguiente ilustración muestra las tres etapas que la componen, comenzando con el objetivo de proveer infraestructura de tecnologías de la información y comunicación, cuya finalidad es dictaminar y planear la tecnología involucrada, incluyendo tanto la seguridad de la información, como el apoyo técnico y los proyectos de soporte y mantenimiento que requieren para un funcionamiento óptimo. La segunda etapa tiene que ver más con el desarrollo e instrumentación de estas soluciones tecnológicas previamente concebidas, ayudando a que los usuarios se integren con mayor facilidad a los cambios que represente y también a la difusión de la existencia de éstos, como una tarea para vincular lo nuevo de forma más amena. La última etapa, para finalizar, busca integrar la información y ponerla a disposición de la ciudadanía para su aprovechamiento y consulta, por lo que será muy importante establecer criterios de coordinación que posibiliten la disponibilidad de los recursos, de acuerdo con la Comisión Nacional de Seguridad (CNS).

Ilustración 24. Proceso de operación de las Unidades Administrativas participantes



Fuente: CNS, SEGOB (2018)

En materia de continuidad operativa de la infraestructura tecnológica, el CNS menciona que se ha ampliado la Red Nacional de Telecomunicaciones de Plataforma México con 31 nodos de interconexión de telecomunicaciones, 44 subnodos y 17 nodos, los cuales permiten captar, concentrar y correlacionar los datos en diversas bases de datos de acceso común para el control de las investigaciones, donde se tiene registrado que existe cobertura en el 42.6% del territorio, atendiendo al 81.5% de la población. Aspecto que resulta relevante y que es un indicador positivo en cuanto a la integración nacional de las

tecnologías, por lo que se espera que en un futuro cercano se continúe extendiendo esta infraestructura a la par de su actualización.

Ilustración 25. Red Nacional de Radiocomunicaciones



Fuente: CNS, SEGOB (2018)

Así mismo, otras de las áreas donde más se ha incrementado la infraestructura y donde se ha puesto mucha atención es en la materia de seguridad y justicia se ha logrado concretar avances significativos relacionados con la adición tecnológica en las labores de los elementos de seguridad ciudadana, ya que en concordancia con la Secretaría de Gobernación y la Comisión Nacional de Seguridad (2018), la Plataforma México ya se encuentra en operaciones, misma que busca contribuir en mejorar la seguridad y justicia mediante la infraestructura tecnológica para integrar, intercambiar y explotar información relevante con diferentes propósitos, además de apoyar en la actuación de las instituciones de seguridad pública del país, de acuerdo con el Plan Nacional de Desarrollo, cuya operación diaria ayuda en la prevención y combate al delito.

Complementando la información anterior, el sistema de vigilancia urbana C4 también se añade al monitoreo en tiempo real de un perímetro o sector a través de sistemas de información tecnológicos como un complemento a esta plataforma, donde es posible

identificar la ubicación actual de las unidades de patrulla, visualizar reportes generados por los ciudadanos, y en general, cualquier otra actividad o información relacionada con la seguridad pública. Dado que dentro de los sistemas de la Plataforma México se manejan datos personales de carácter confidencial, sus bases de datos no están disponibles para el público en general y se limitan a consultas discretas que realiza personal calificado para revisar la situación a detalle del ciudadano cuando es detenido.

La Plataforma México además cuenta con un portal Cartográfico para el análisis geoespacial que posibilita monitorear el comportamiento delictivo a nivel colonia y calle, mientras que también cuenta con herramientas como la aplicación ChecAuto MX que permite cualquier ciudadano con un teléfono móvil conocer la situación legal de un vehículo a través del consumo de la base de datos nacional de Vehículos Robados y Recuperados cuando se disponga del número de serie/NIV, folio, NCI y/o matrícula del vehículo, permitiendo una mayor certeza de las compras de este tipo de bienes materiales. Como hemos observado en este breve recuento, esta plataforma es muy amplia y se conforma con diversas herramientas y sistemas tecnológicos que están enfocados a preservar la seguridad ciudadana y la prevención del delito, un área complicada por abordar pero que sin lugar a duda todos estos esfuerzos contribuyen al pleno desarrollo de nuevas prácticas y estrategias de innovación.

Ilustración 26. Captura de pantalla de Play Store. App ChecAuto MX



Fuente: Play Store, Google 2022

Para cerrar el recuento de recursos tecnológicos a nivel nacional, es indispensable mencionar la plataforma de INEGI, la cual alberga una gran variedad de datos territoriales, económicos, políticos y sociales, como por ejemplo las unidades económicas, salud, topografía, feminicidios, el producto interno bruto, el visualizador analítico para el COVID-19, así como muchas otras categorías de datos que además cuenta con registros históricos, lo que posibilita elaborar análisis tendencial del área de interés.

Así como esta plataforma, existen muchos otros recursos a diferentes escalas, páginas web con bancos de indicadores, filtros por área geográfica, datos abiertos sobre la información estadística y geográfica, una sección reservada a los microdatos donde se provee la información necesaria para el manejo de las bases de datos y demás, que han aportado significativamente en los procesos de planeación y prospectiva, ya que de hecho, este tipo de páginas son recursos fundamentales para el quehacer de múltiples profesiones, economistas, ingenieros, urbanistas, arquitectos, entre otros, pero que a pesar de sus bondades, son páginas que cuentan con datos desactualizados y cuyos procesos tienden a ser laboriosos o complejos, lo cual deriva en una mayor tardanza para verificar y actualizar los datos. Aunque vale la pena señalar que la adición del visualizador analítico para el COVID-19 fue significativamente más rápido de lo habitual, un tanto por el enfoque y preocupación por la emergencia que representó el inicio de la pandemia, pero que ha demostrado que es posible contar con una capacidad de respuesta ágil frente a los nuevos retos que se presentan.

Ilustración 27. Captura de pantalla de sección Microdatos del sitio de INEGI

The screenshot shows the INEGI website's 'Microdatos' section. At the top, there is a navigation bar with links for 'Temas', 'Programas de información', 'Sistemas de Consulta', 'Infraestructura', 'Investigación', and 'Sala de prensa'. A search bar is located on the right side of the navigation bar. Below the navigation bar, the page title 'Microdatos' is displayed. The main content area contains a description of the microdata access options and a list of search modes: 'Descarga directa', 'Consulta en laboratorio', and 'Petición de procesamiento remoto'. Below this, there are tabs for 'Búsqueda básica' and 'Búsqueda avanzada'. A search bar is provided for entering queries. The search results are displayed in a table with the following columns: Programa, Acrónimo, Periodicidad, Período inicial, Período final, Unidad de observación, Tipo de datos primario, Palabras clave, and Modo de consulta. The first result is for 'Accidentes de Tránsito Terrestre en' with an acronym of 'ATUS' and a frequency of 'Anual'.

Programa	Acrónimo	Periodicidad	Período inicial	Período final	Unidad de observación	Tipo de datos primario	Palabras clave	Modo de consulta
Accidentes de Tránsito Terrestre en	ATUS	Anual	1997	en adelante		Subsistema de Información	accidentes, fatal, no fatal, sólo daños, víctimas	Descarga

Fuente: INEGI, 2022

Cabe destacar que en América Latina no solo se cuenta con los desarrollos de plataformas digitales y Apps gubernamentales, sino que también existen diversas iniciativas desde

organizaciones sin fines de lucro, el sector privado e instituciones públicas que tienen interés por impulsar la mejora de la calidad de vida a través de intervenciones en la infraestructura de las ciudades en diferentes países, además de ofrecer el análisis y los reportes de resultados sobre estudios referentes a diversos temas, como es el caso del Banco de Desarrollo de América Latina (CAF, 2022), el cual explica que promueve un modelo de desarrollo sostenible mediante créditos y recursos para la estructuración técnica y financiera de proyectos en América Latina.

Sin embargo, para que estos esfuerzos sean eficaces deben enfrentar y resolver diversos retos como es el caso de la escasez de datos confiables y actualizados, ya que como bien se menciona en la plataforma desarrollada por el Banco de Desarrollo Interamericano (IDB) en conjunto con el MIT, WRI México y otros socios (2022), en diversas partes del mundo los datos urbanos son escasos y muchas de las veces fragmentados o incompletos, lo cual provoca que cualquier análisis o importante hallazgo por lo general tiende a estar limitado a los recursos que se encuentran disponibles y que por consiguiente que las acciones y decisiones que se tomen se basen en supuestos y proyecciones. En respuesta a ello, se han impulsado diversas iniciativas de datos abiertos generados a partir de mapeos semiformales desde la ciudadanía en coordinación con otras asociaciones y organizaciones independientes como un esfuerzo colaborativo global, buscando inspirar a las ciudades del mundo a mejorar el acceso a la información, así como la visualización de problemáticas de todo tipo a través del poder de los datos abiertos y el empoderamiento de ciudadanos a través de su uso.

Pese a estas condiciones poco favorables sobre el tema de los datos y en general del área de inversión en investigación y desarrollo, es necesario mencionar que si existen instituciones y organismos con intenciones para promover programas de investigación en materia tecnológica, como es el caso del Foro Consultivo Científico y Tecnológico (2022) cuyas funciones en concordancia con la Ley de Ciencia y Tecnología son fungir como organismo asesor autónomo y permanente del Poder Ejecutivo, el Consejo General, la Junta de Gobierno del Conacyt y el Poder Legislativo, de manera que promueva la expresión de la comunidad científica, tecnológica y de innovación para formular propuestas políticas y programas de investigación que logren estrechar vínculos de colaboración entre la academia, el gobierno y las empresas. Es en este foro donde se pueden encontrar diversas publicaciones referentes a la innovación, la ciencia y otros recursos e informes de proyectos que impulsa y participa el FCCyT, mismos que se refieren a múltiples problemáticas y que coadyuvan en el proceso de innovación de México.

Cabe aclarar que, aunque muchas de sus actividades contienen ejercicios muy valiosos y que confieren avances significativos, la mayoría de las veces no se les da continuidad de manera que les permita evolucionar y ajustarse mejor a las condiciones que marca la realidad de dichos proyectos, además de que no existe un registro como tal que mencione las causas por las cuales se suspende o da conclusión a estos proyectos, por lo que el progreso que se obtiene de alguna manera termina como un registro histórico

sin posibilidad de retomarse, rediseñarse o escalarse, lo que a su vez resulta en un desaprovechamiento de los recursos invertidos hasta cierto punto. No obstante, estos esfuerzos al final de cuentas son una muestra de que existe el interés o al menos la consideración por continuar indagando en nuevas formas de integrar las nuevas tecnologías y herramientas en el ecosistema de las ciudades mexicanas.

Hablando particularmente del caso de la Ciudad de México como el centro de este trabajo de investigación, vale la pena mencionar que existen diversas instituciones públicas que han tenido un papel sumamente importante dentro de la infraestructura digital de esta ciudad, como tal es el caso de la Agencia Digital de Innovación Pública (ADIP), que como menciona el Gobierno de la CDMX (2022), es la encargada de conducir, diseñar e implementar políticas de gestión de datos, gobierno abierto, digital, gobernanza tecnológica y de la infraestructura tecnológica.

Algunos de sus objetivos primordiales es el incremento de la conectividad en el territorio, la elaboración de archivos históricos para consulta y análisis público, entre algunos otros, para unificar las acciones que fortalezcan el empoderamiento de los ciudadanos de manera que se logre tener un mayor control sobre la actividad de gobernar al informar y clarificar las acciones de gobierno a través de páginas de carácter público que contengan elementos relevantes sobre diferentes temas como la economía de la ciudad, las características de población y vivienda, los sistemas de monitoreo de transporte público y demás elementos a destacar.

La ADIP cuenta con muchas acciones para combatir la emergencia por Covid-19, como lo es el desarrollo de un modelo epidemiológico, la atención de fallecimientos y cadáveres, así como el sitio informativo del Semáforo epidemiológico que fue clave para definir el nivel de riesgo de contagio, las restricciones de lugares públicos o privados y las normas sanitarias a lo largo de la pandemia, por mencionar algunas de ellas.

Sin lugar a duda ha sido una institución de gran relevancia durante los últimos 5 años, ha logrado incluir diversos recursos a consulta, revisión y actualización de muchas de las páginas de gobierno que ofrecen información y servicios que ahora ya disponen para los mexicanos a lo largo del país, por lo que es posible esperar que en un futuro cercano continúen impulsando el desarrollo tecnológico hacia nuevas directrices una vez concretados los objetivos que previamente tienen contemplados.

### *Particularmente sobre la Ciudad de México*

Sobre el ámbito de la movilidad, para el caso de la CDMX, la página web ViaDF se desarrolló con la finalidad de realizar recomendaciones e instrucciones sobre las rutas de transporte que permitieran que cualquier ciudadano supiera moverse en la ciudad con mayor facilidad, conociendo de primera mano el recorrido que debería realizar para llegar a su destino, sin embargo, en una ciudad que cuenta con varios sistemas de transporte, donde la información es fragmentada y desactualizada, particularmente refiriéndose al

transporte público concesionado, ha sido una de las causas por las que no hay gran precisión sobre dichas recomendaciones, mucho menos que éste listado de instrucciones concuerde del todo con la realidad de los tiempos de espera y los letreros de las unidades vehiculares.

A pesar de que se logró obtener una cobertura significativa sobre este servicio, obteniendo una cantidad vasta de información con la cual el sistema trabajaría, hubo un gran inconveniente en la limpieza de estos datos que se demoró años en terminar de procesarse, por lo que como resultado el proyecto fue evaluado como una respuesta parcial y en cierta medida desactualizada una vez que se dispuso al público general, recordando que este tipo de sistemas requieren constante actualización y observación, para que sean proyectos responsivos, sencillos de usar y con información clara.

Ilustración 28. Captura de pantalla de página web ViaDF



Fuente: Kälin, 2022

Esta página más que nada es uno de los muchos esfuerzos encaminados a resolver problemáticas de la ciudad a través de la tecnología, sin embargo, en concreto podemos referirnos a una institución en particular que ha impulsado y colaborado en diversas ocasiones en proyectos de todo tipo enfocándose en el área urbana y que es más que necesario destacar. Se trata del Laboratorio para la Ciudad (LabCDMX) el cual alberga una gran cantidad de experimentos y proyectos de carácter innovativo-tecnológico que vinculan a la participación ciudadana dentro del ámbito urbano, así como diversas colaboraciones internacionales para estos mismos enfoques.

LabCDMX en sí mismo es una plataforma de gobierno que es paralela a las plataformas de Diálogos para una Ciudad Abierta y Encuentros de Gobierno Abierto CDMX, la cual está diseñada como el prototipo de repositorio gubernamental dedicado a la exploración

y experimentación de datos abiertos para la disposición de estos a la ciudadanía y cuyos aprendizajes se utilizaron para definir los criterios de apertura, estándares y formatos en las disposiciones y políticas para impulsar el aprovechamiento de la informática, el gobierno digital y la seguridad de la información.

En el contexto de una megalópolis con un amalgamamiento de todos sus sistemas que la conforman, una extensión territorial amplia y una demanda que rebasa en múltiples ocasiones las capacidades administrativas públicas como lo resulta ser la Ciudad de México, la necesidad por facilitar muchas de estas actividades ha sido tal que a pesar de los años, aún se concentran muchas instituciones y dependencias de gobierno en la ciudad, siguiendo esquemas tradicionales y análogos que obligan a los ciudadanos a desplazarse invirtiendo recursos económicos y temporales importantes, sobre todo cuando se trata de ciudadanos que residen fuera de la capital.

En este sentido, la plataforma LabCDMX ha sido una de las principales promotoras de acciones que han motivado la exploración del uso tecnológico en áreas nuevas y sobre todo con aplicaciones reales en el ámbito urbano. De acuerdo con el Laboratorio para la Ciudad de México, a finales de los 90's la eficiencia de los procesos gubernamentales fue una gran inquietud que se investigó mediante la modernización administrativa acompañándola de plataformas digitales cuya evolución ha permitido el traslado de algunos trámites al entorno digital.

LabCDMX (2018), sin embargo, señala que no fue sino hasta en el año 2013 que se originó la primera oficina en América Latina encargada de estos nuevos paradigmas transdisciplinarios de la mano de la participación ciudadana, adoptando los principios como el Gobierno Abierto y la apertura de los datos. Tiempo después otros países sudamericanos se unieron a esta idea y países como Chile, Argentina y la ciudad de Río de Janeiro, por mencionar algunas, comenzaron a incorporar a sus actividades el desarrollo de plataformas similares y que desde luego tuvieron que adaptar según las particularidades del contexto y las necesidades de cada uno de los casos.

Las diferentes realidades políticas, sociales y culturales siempre han sido una limitante, sobre todo si comparamos el caso europeo o de norte américa con respecto a américa latina, donde las figuras de autoridad a grandes rasgos han dejado mucho que desear en cuanto a la motivación de desarrollo de tecnologías nacionales e innovación, sin embargo, la posición en la que nos encontramos actualmente está creando un vocabulario global integrando al gobierno abierto con lo cívico, lo ciudadano, lo tecnológico y la innovación, por lo que estas acciones por impulsar el cambio no dependen del todo del sector gubernamental y además ha posibilitado que iniciativas ciudadanas, de organizaciones y del sector privado se involucren en la adición de herramientas y tecnologías que posibiliten un cambio en beneficio de la seguridad ciudadana, salud y por su puesto de la movilidad.

Gracias a esto, múltiples situaciones se han presentado en cortos periodos de tiempo, por lo que en esta época de rápido cambio y constante adaptación, es necesario realizar

una serie de iteraciones para procurar ajustarse a la demanda inmediata y develando nuevas oportunidades para generar conocimiento, desarrollar soluciones y cuestionar continuamente los objetivos y herramientas utilizadas para enfrentarse a los desafíos que se presenten para que de esta forma podamos encaminar nuestros pasos hacia el futuro que deseamos construir de manera inclusiva y cooperativa.

Por este motivo, vale la pena retomar algunos de los principales esfuerzos de LabCDMX (2018), que cuyo enfoque ha sido la simplificación y digitalización de trámites y servicios mediante la creación del Catálogo Único de Trámites y Servicios (en el cual es posible buscar trámites y servicios por área temática y por dependencia encargada) y mediante el sistema Registro CDMX que tiene como finalidad evaluar, homologar y simplificar los trámites y servicios, ayudando a identificar aquellos que se encuentran duplicados o que carecen de sustento jurídico, agilizando la atención y claridad de cada solicitud.

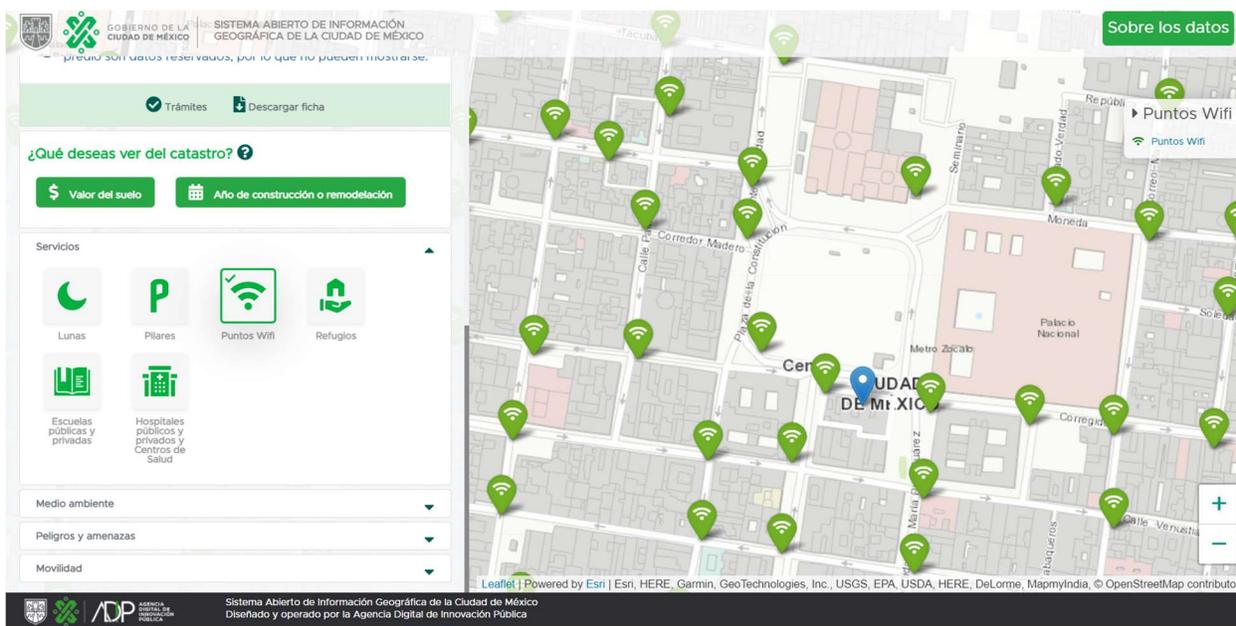
Otro claro ejemplo de las acciones y convenios de los cuales LabCDMX ha sido partícipe es el Audi Urban Future Award 2014, donde se identificaron oportunidades de mejora, soluciones de logística y recomendaciones sobre la movilidad de Santa Fe en general, o también como el Mapatón CDMX, cuyo objetivo era generar datos abiertos de los sistemas de transporte público, esto con la ayuda de los ciudadanos y que tuvo además apoyo de empresas como Google, Cívico México e Intel, por mencionar algunas de ellas. Y por otro lado, también vale la pena destacar la adición de métodos no tradicionales al ámbito de “la gobernanza anticipatoria para la CDMX”, donde mediante Inteligencia Artificial se identificaron las perspectivas, visiones y posturas de los actores sobre el ecosistema de IA que se ha estado planteando instalar próximamente en la Ciudad de México, de manera que los tomadores de decisiones puedan anticiparse a riesgos e impactos urbanos que ocasionará su inserción, así como la aceptación de los ciudadanos.

Como podemos observar, LabCDMX ha conferido una serie de ejercicios, reuniones y debates, estudios e intercambios de saberes en diversas áreas, impulsando la exploración de nuevos horizontes que facilitarán la transición hacia las nuevas tecnologías que ya se están tomando en consideración y hacia las que se desarrollen durante los próximos años para mejorar los servicios públicos, procesos de inclusión, y muchas otras ramas que no se han mencionado con anterioridad pero que se hace la invitación a indagar más sobre ellas y los diferentes proyectos que se han realizado, sobre todo debido a la bondad del análisis y evaluación de las diferentes etapas de estos ejercicios, permitiendo conocer más ampliamente las dificultades y ventajas que se experimentaron.

Ahora bien, previamente se mencionó que la ADIP ha sido una parte crucial durante la pandemia debido al desarrollo de herramientas de monitoreo que fueron de gran utilidad frente a esta emergencia sanitaria, sin embargo, ahora que precisamos el caso de la CDMX vale la pena comentar que la agencia ha concentrado sus esfuerzos en otras áreas y que como es el caso del Sistema Abierto de Información Geográfica (SIG CDMX) también se ha visto involucrada en la vinculación de datos abiertos, ciudadanía informada

y en general, una serie de ejes que facilitarían la adopción de un modelo de ciudad inteligente en la capital del país. Este sistema de información geográfica que desarrolló la agencia no solo despliega información del catastro, sino que también muestra los trámites que pueden realizarse, así como otros servicios e información que son de interés popular, como los puntos de conexión wifi distribuidos a lo largo de la urbe, los refugios, escuelas públicas y privadas, así como los hospitales y centros de salud. Esto dentro de la categoría de servicios, aunque hay que resaltar que como se muestra en la siguiente ilustración, existen varias categorías que se pueden consultar.

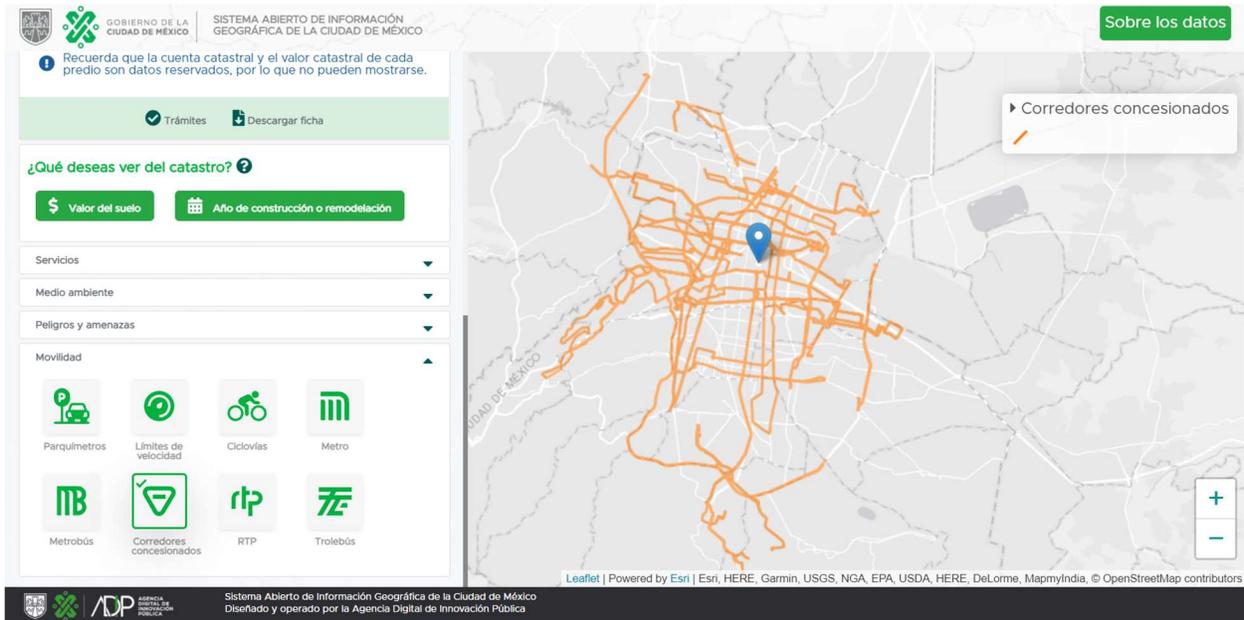
Ilustración 29. Captura de pantalla SIG CDMX Puntos Wifi



Fuente: SIGCDMX (2022)

En este sistema se desagregan diferentes elementos que van desde el tema de riesgos hasta información particular de los predios como lo es el Valor unitario del suelo, superficies de construcción, entre muchas otras características que son de interés en el ámbito de los bienes inmuebles, o como también lo podrían ser los medios de transporte, cuya información se puede visualizar en un mapa, mostrando la ubicación de parquímetros, rutas de ciclovías, estaciones y red del metro y Metrobús, rutas de RTP y Trolebús, así como los corredores concesionados a privados en la Ciudad de México, como lo muestra la siguiente ilustración. Es necesario argumentar que se trata de datos y registros con los que ya cuenta el gobierno, por lo que puede existir alguna diferencia entre la información presentada y la realidad, ya que en el caso de las ciclovías es común encontrar situaciones donde no están claramente identificadas en algunos tramos, lo que además se combina con la escasa cultura vial, derivando en tramos de ciclovía invadidos por vehículos privados y por unidades de transporte público principalmente.

Ilustración 30. SIGCDMX Puntos Wifi



Fuente: SIGCDMX 2022

Es verdad que existen diversas opiniones sobre el uso de las tecnologías y la información en un esquema abierto, discutiendo la importancia de la seguridad de estos y los riesgos que se corren si no se hace un tratamiento adecuado de la información y de la cual se podría hacer mal uso, sin embargo, el SIGCDMX muestra que es posible promover un sistema de información geográfica con datos de toda índole mientras se aclaren las limitaciones y los datos que son privados, como bien se muestra en la ilustración anterior donde señala la leyenda “recuerda que la cuenta catastral y el valor catastral de cada predio son datos reservados, por lo que no pueden mostrarse”.

Esta leyenda, a pesar de su declaración, no limita su consulta a quienes tienen autorización o son propietarios de la información, como por ejemplo los dueños de un predio y que por lo tanto la cuenta catastral es parte de la información correspondiente a sus bienes o, por ejemplo, en el caso de infraestructura privada como podría ser un empleado autorizado de PEMEX donde sus actividades laborales demanden el uso y manejo de dichos datos.

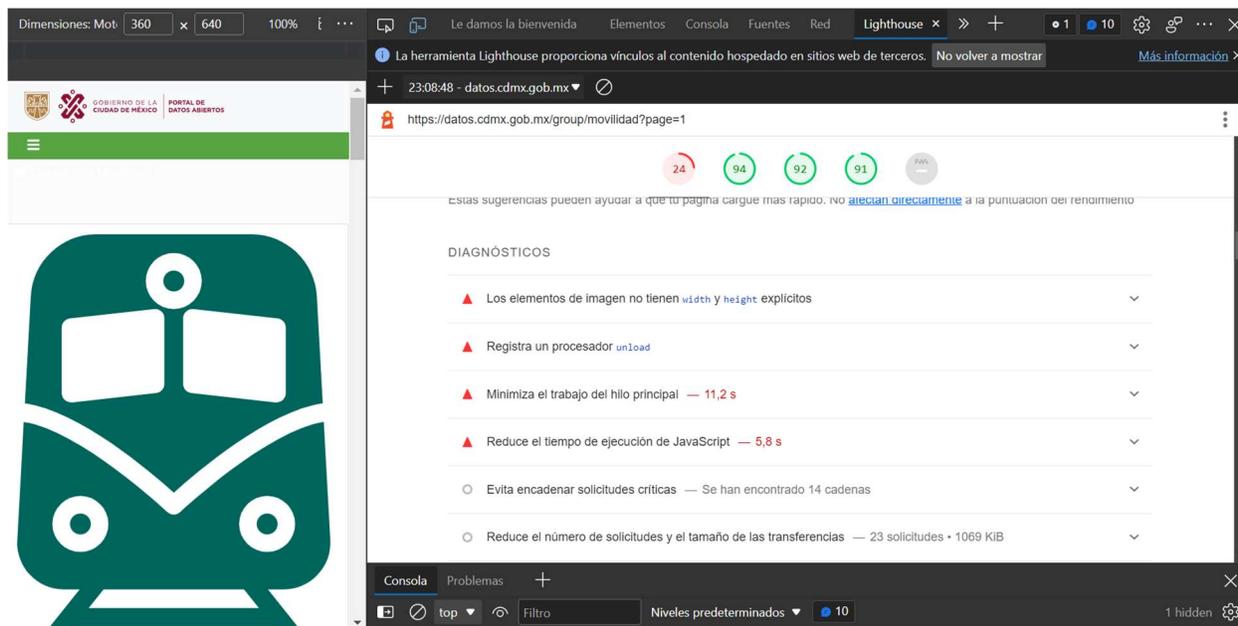
De la mano con lo anterior, existe una relación estrecha entre el SIGCDMX y el portal de Datos Abiertos de la CDMX, donde se pueden consultar algunas bases de datos de organismos públicos de la Ciudad, cuenta con 208 conjuntos de datos, 32 dependencias y 17 categorías, de acuerdo con el Gobierno de la Ciudad de México (2022). Dentro de estas categorías se encuentran conjuntos de datos sobre Administración y Finanzas, Conectividad, Desarrollo Urbano, Vivienda y Territorio, Educación, Ciencia y Tecnología, Movilidad, entre algunos otros más.

Lo que podemos analizar hasta el momento sobre la infraestructura digital de la Ciudad de México es que, en términos generales, existen múltiples conjuntos de datos cuya organización ha resultado una tarea compleja y vasta ya que, entre los conjuntos de INEGI, Datos Abiertos o el SIGCDMX (2022), por mencionar algunas de las páginas públicas de consulta de información y que, en cierta medida, han aportado significativamente a múltiples profesiones y propósitos, algunos de los datos son repetitivos y algunas de las veces tienden a manejar valores distintos entre cada recurso consultado, lo que dificulta el intercambio de información y la validación de ésta, cuando en realidad podría albergarse todo en un solo sitio que contenga vínculos con la información pertinente hacia estas dependencias que se agregarían a un diseño de interfaz establecido para facilitar la experiencia de usuario de manera que sea más amigable y fácil de entender, aunque claro está que la coordinación e instrumentación podrían llegar a ser un reto a tomar en cuenta, más es necesario reconsiderar esta alternativa, ya que al estandarizar las estructuras y organización de los datos se obtendría un mayor aprovechamiento de estos a favor del análisis e interpretación de los fenómenos urbanos, por ejemplo, los proyectos financiados con recursos federales, donde dicha información podría empatarse con los beneficios que generaron a la población y, en este sentido, evaluar qué tan productivos fueron y cómo es que afectaron a los diferentes sistemas urbanos, lo que ayudaría a mejorarlos de forma continua.

Por otro lado, para realizar un análisis rápido sobre la calidad y usabilidad de las páginas desarrolladas por la ADIP y el Gobierno de la Ciudad de México, se realizó una auditoría mediante la herramienta Lighthouse para conocer su funcionamiento, accesibilidad, buenas prácticas y el Search Engine Optimization (SEO) que se refiere al conjunto de estrategias técnicas para optimizar páginas web, con el objetivo de que aparezcan orgánicamente en buscadores de internet como los primeros resultados, incrementando la visibilidad y el flujo de usuarios al sitio.

Esta auditoría a grandes rasgos resolvió que al menos en la página Portal de Datos Abiertos, dentro de la categoría de movilidad, tuvo una calificación positiva, sin embargo, es importante mencionar que existen algunas recomendaciones que vale la pena considerar para mejorar el rendimiento de la página, tales como; eliminar recursos que bloqueen el renderizado de imágenes, habilitar la compresión de texto y reducir el contenido de JavaScript que no se utilice, como se muestra en la siguiente ilustración. Si es que se toman en cuenta estas recomendaciones, será posible que la página tenga un mejor funcionamiento en general y un tiempo de carga menor, lo que facilitará su consulta en circunstancias donde la señal de telefonía o de internet sea débil o inestable, derivando en una mayor accesibilidad para el público en general.

Ilustración 31. Captura de pantalla de auditoría de página web Portal de Datos Abiertos

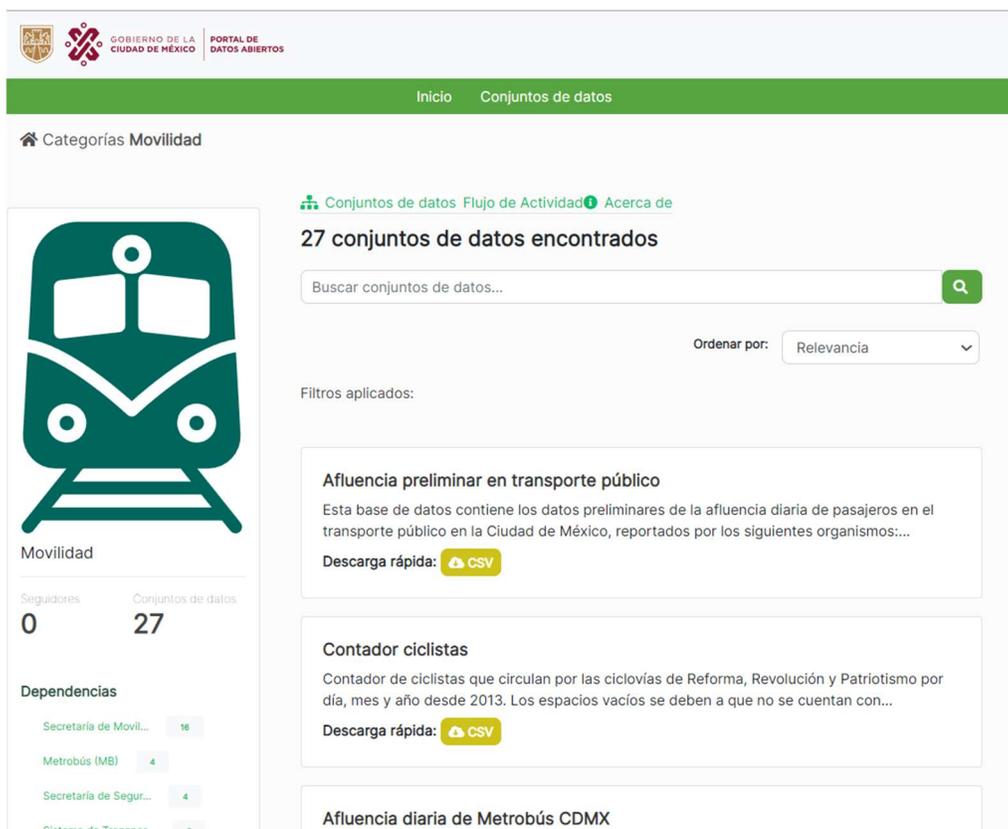


Fuente: Elaboración propia a partir de Lighthouse (2022)

Hablando de esta página del Portal de Datos Abiertos ahora enfocándonos en su contenido, podemos encontrar una gran variedad de conjuntos de datos, entre los cuales se destaca la afluencia diaria del Metro CDMX, cuya base de datos se actualiza mensualmente y que alberga registros desde el año 2010. Además, se adjunta la encuesta de género aplicada en el sistema de transporte Metrobús acerca de la percepción del servicio, igualdad y no discriminación, violencia sexual y de género (2018), un enfoque importante sin lugar a duda ya que agrega una visión más abierta sobre la experiencia de usuario.

Por otro lado, también se encuentran disponibles los datos del registro General Transit Feed Specification (GTFS), tanto estático como dinámico, el cual permite conocer la ubicación de unidades de Metrobús en tiempo real durante la última hora y los recorridos en general, sin embargo, por razones de seguridad pública solo se puede solicitar la información correspondiente a operaciones anteriores con un desfase de una a dos semanas. La ubicación de rutas y paradas del transporte concesionado de corredores, la geolocalización de Centros de Transferencia Modal (CETRAM), el registro de ingresos del Sistema de Transporte Colectivo Metro a partir del año 2012, incidentes viales reportados por C5, entre muchos otros, como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 32. Captura de pantalla del portal de datos abiertos CDMX sobre la categoría de movilidad



Fuente: Portal de Datos Abiertos, 2022

Estos datos como es palpable, son diversos, ahondan sobre distintos elementos que conforman la movilidad y representa una fuente de datos útil y confiable para diversas finalidades, más es preciso aclarar que no existen apartados para visualizar datos como un primer acercamiento a estos datos, por lo que incurre en la necesidad de descargar los recursos y elaborar este procedimiento de forma local, reduciendo a un grupo concreto de habitantes que realmente se benefician de estas bases de datos.

Así como este portal, existen muchos otros sitios y recursos que aportan cada uno a incrementar los recursos digitales que, como podemos observar, la Ciudad de México cuenta con muchas herramientas, fuentes de información y proyectos relacionados con los procesos de innovación y con la transición hacia el entorno digital, mediante las cuales se está desarrollando un ambiente adecuado que propicia la adición de sistemas digitales en los servicios y trámites públicos, sin dejar de lado el área de la planeación y gestión de la ciudad.

No hay que olvidar que la disponibilidad de los recursos no es lo único a tomar en cuenta, ya que la seguridad de estos datos, así como de la información privilegiada o privada es crucial para evitar que se preste para la realización de malas prácticas como el robo de identidad, suplantación o modificación de los datos, entre otros. Tal es el caso del INE, que ha sufrido ya en repetidas ocasiones de vulnerabilidades que han facilitado el robo

de las bases de datos del padrón electoral, donde en el año 2021 Hudson Rock, la firma de inteligencia sobre ciberdelitos, reportó el robo de datos de 91 millones de personas registradas en el instituto, de acuerdo con El Economista (2021).

De acuerdo con Element AI, una compañía de inteligencia artificial con sede en Montreal, México cuenta con muchos de los elementos necesarios para la elaboración de un modelo Data Trust (dedicado principalmente a plataformas web) el cual comúnmente es usado para trasladar mucha de la información gubernamental que considera un potencial significativo sobre los posibles usos que puede legitimar la libertad, transparencia y acceso a la información, así como muchos otros posibles beneficios para erradicar los niveles de exclusión y procesos sociales en cuestión de perspectiva de género.

El diseño de un Data Trust puede crearse para una infinidad de propósitos en concreto, sin embargo, algunos de los más frecuentes o que al menos han logrado concebir una mayor claridad sobre la creación de estos son los dedicados al sector salud, plataformas online gubernamentales y aplicaciones de carácter urbano. Element AI considera que “un Data Trust debería tener un propósito claro, es decir, una estructura legal sobre los derechos y obligaciones sobre los datos administrados, tomando en consideración un proceso definido de toma de decisiones, así como una descripción de cómo serán compartidos los beneficios y un financiamiento sostenible” (Element AI & Nesta, 2019, pág. 9).

En términos generales, la infraestructura digital de la Ciudad de México es amplia, contiene elementos relevantes e incluso se contempla una estrategia de inteligencia artificial, así como diversos proyectos que se han realizado en las diferentes disciplinas teniendo en común la perspectiva tecnológica y con ello se muestra un escenario óptimo para realizar el traslado de muchas de las actividades de la administración pública, más en lo referente al planteamiento del problema que acontece este trabajo de investigación, se ha demostrado que aún existen áreas de oportunidad, desde el ámbito legislativo hasta el hecho de la ciberseguridad, sobre todo cuando la información no está estandarizada y existen algunas variaciones entre los datos de población total que manejan las distintas dependencias y alcaldías, por ejemplo.

De esta manera podemos resumir que, aunque la CDMX cuenta con la base necesaria para la evolución de sus sistemas, servicios y actividades administrativas, aún requiere trabajar en gran medida la generación, almacenamiento y uso de los datos, sobre todo en su protección y difusión. Por otro lado, tanto en el caso de la ciudad como en México como país, es necesaria una revisión y reestructuración legal sobre el funcionamiento de diversos mecanismos que permitan el desarrollo de actividades de investigación y desarrollo con un enfoque claro y concreto sin limitar la versatilidad de las acciones que necesitarían llevarse a cabo a razón de cambios importantes que se lleguen a presentar en el contexto.

Sin embargo, para ahondar un poco más sobre el tema, se revisarán a continuación las ventajas y desventajas que la CDMX posee con base en el marco legislativo y la

infraestructura digital, de manera que se puedan identificar elementos clave que facilitarán la instalación de un modelo digital como la continuación del proceso evolutivo de las ciudades mexicanas, tomando como punto de partida la administración y seguridad de los datos, un elemento fundamental para el correcto funcionamiento de un modelo Smart.

## II.2 Ventajas y desventajas para la aplicación de un modelo digital en la CDMX

A continuación, se realizará un breve resumen de los elementos que están posibilitando el desarrollo tecnológico, así como los posibles retos por superar de acuerdo con el estatus actual de México como país, así como las precisiones necesarias sobre el caso de la Ciudad de México, para de esta manera identificar los factores que pueden estar frenando la innovación tecnológica y de comunicaciones, sopesando la viabilidad de la aplicación de un ecosistema global para las ciudades mexicanas al partir del ejemplo de la CDMX.

### ***II.3.1 Sobre las desventajas***

El acuerdo por el cual se expide la Estrategia Digital Nacional (2021) señala que el marco legal de CTI no ha sido suficientemente robusto y estricto, lo cual ha producido un abandono significativo, donde su impulso y diseño de las políticas públicas previas fueron basadas en un entorno neoliberal que dejó de lado la medición del impacto social, además de una manipulación de datos referentes a la asignación de recursos monetarios.

Una de las grandes dificultades de México es la inexistencia de cadenas de participación entre las empresas, instituciones públicas, comunidades de diferentes tipos y el gobierno, de manera que la acción conjunta para la realización de investigaciones, desarrollo e innovación se ha visto tortuosa y, además, es necesario hacer hincapié en que si se continua con estas prácticas, el sector de CTI continuará retrocediendo e indirectamente muchos de los sistemas comenzarán a volverse obsoletos, lo que por consecuencia produciría una reducción en la competitividad de múltiples áreas del territorio nacional, posibilitando la perseverancia de la privatización de múltiples servicios y una dependencia todavía mayor hacia el comercio e intercambio internacional.

El desarrollo inequitativo de las áreas urbanas, rurales y no urbanas está claramente definido a lo largo del territorio de México, lo cual no solo limita el pensar en interconectar áreas suburbanas, ubicadas en la periferia o lejanas a éstas, ya que distintos parámetros sociales como lo es el porcentaje de personas desocupadas que no perciben sueldos, temas relacionados con la inseguridad de ciertos estados a causa de la delincuencia organizada, la calidad de vida actual y los procesos migratorios, entre muchos otros más, dificultarán la tarea de promover el desarrollo tecnológico estandarizado, por lo que es necesario analizar las necesidades particulares de cada área para determinar la mejor

forma de incorporar e incluir a estas comunidades en el entorno tecnológico, aunque esto signifique incorporar sistemas que no necesariamente estarán incorporados al entorno en la nube. Del Pozo (2020) señala que los tres desafíos estructurales en México son la seguridad, la falta de conectividad y la integración de los pueblos a los sistemas digitales.

En términos generales, podemos argumentar que la Ciudad de México está altamente polarizada en términos socioeconómicos, de acuerdo con LabCDMX (2021), el 24% de la población en la CDMX experimenta pobreza y el 1.7% pobreza extrema que es equivalente a la población de zonas como Tuxtla Gutiérrez, Acapulco o Hermosillo y existe una gran diferencia en cuanto al Índice de Desarrollo Humano (IDH) que se experimenta en las diferentes zonas de la CDMX como por ejemplo la alcaldía Benito Juárez cuyo índice es el más alto del país, siendo muy similar al de Alemania y Holanda (0.917), mientras que por otro lado Milpa Alta tiene un IDH de 0.74, similar al de Irán o Namibia, África.

Además, la ciudad enfrenta retos importantes sobre seguridad, vivienda, contaminación y movilidad, experimentando cambios dramáticos que sin duda deben tomarse en consideración, sobre todo al ser la entidad con mayor aportación al PIB nacional.

Otro tema digno de mencionar es el despliegue de la infraestructura, ya que Del Pozo (2020) menciona que tiene considerables avances en cuanto a cobertura de servicios, pero aún persisten brechas e inequidades locales donde casi el 16% de hogares que cuentan con computadora no cuentan con acceso a internet debido a la ausencia de infraestructura en su localidad, o bien, la velocidad de red disponible en el área según el distribuidor de internet no es suficiente o estable. En la siguiente ilustración se puede observar los resultados de una prueba de velocidad mediante SpeedTest en la cual podemos observar una velocidad de descarga de 63.02 Mbps y de carga 9.58 Mbps.

Ilustración 33. Captura de pantalla Prueba de velocidad, carga y descarga



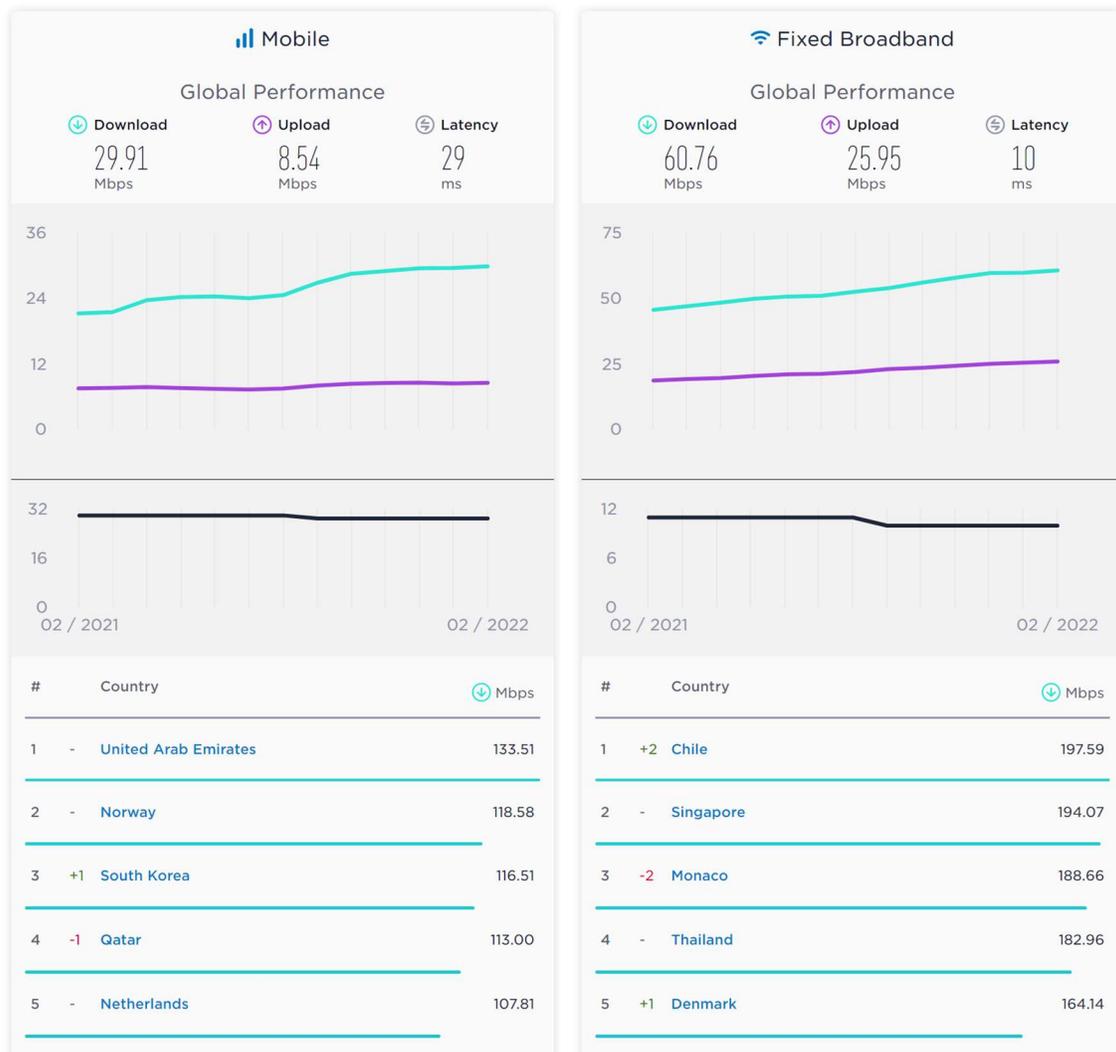
Fuente: Elaboración propia mediante SpeedTest.net

Si se comparara el resultado anterior con la media global de velocidades de conexión, se podría concluir que en términos de descarga la prueba anterior es muy similar a la media global (60.76 Mbps), aunque se queda atrás en cuando a velocidad de subida con respecto a la media (25.95 Mbps).

Como se puede observar en la siguiente ilustración, existe una gran diferencia entre los megabytes por segundo (Mbps) que se promedian en México, comparados al caso de los Emiratos Árabes Unidos, Chile o Singapur con casi, con casi 100 Mbps de diferencia. A pesar de haberse realizado la prueba anterior desde una conexión estable, aún existen grandes diferencias y limitaciones, donde si se deseara hacer uso de conexiones wifi para la transferencia de grandes cantidades de datos en México, habría una cantidad considerable de lag o interrupción de un servicio debido a la saturación de red.

Ilustración 34. Media Global de velocidades febrero 2022

Global Median Speeds February 2022



Fuente: Speedtest Global Index (2022)

Por otro lado, el inconveniente de la fragmentación de los datos es un elemento crucial para el debido funcionamiento, así como el desarrollo de fuentes confiables para la generación de datos, un ejercicio que suele ser complejo debido a razones de privacidad y propiedad de los datos generados y también por los procesos de depuración y procesamiento para obtener resultados que generen nuevo conocimiento que sea útil y pertinente. Sin dudas es un punto para tomar en consideración, sin embargo, éste puede mejorarse durante el desarrollo de la infraestructura.

Aunado a lo anterior, también existe un gran riesgo en cuanto a las crecientes vulnerabilidades cibernéticas, ya que en muchos casos no se toman las medidas de prevención necesarias sobre el uso de contraseñas y equipos de cómputo. Añadiendo además la baja probabilidad de detectar y castigar a cibercriminales gracias a diversos factores, entre los cuales está la programación de malware programable que se instala de manera imperceptible para los usuarios, así como el uso de bots que extraen información, o bien, de ransomware que se instala de manera remota por un descuido de algún usuario, entre distintos códigos maliciosos.

De hecho, en una entrevista realizada por Yulay (2020), el entrevistado explica cómo mediante un virus programado logró infiltrarse a las bases de datos del INE, obteniendo toda la información de los mexicanos ahí disponible, lo que por consecuencia posibilitó que pudiera clonar tarjetas de crédito físicas para ser utilizadas en compras legales y retiros de cuentas de banco con una baja probabilidad de evidenciar dichos movimientos como corruptos o no identificados. Actos como estos ponen en riesgo la integridad de la población, ya que sus datos personales de alguna forma fueron accesibles, por lo que reforzar el tema de seguridad cibernética es crucial, no solo para evitar ataques de este tipo sino elementos preventivos como lo son la autenticación de dos pasos, la generación de tokens temporales y el cambio de contraseñas, entre otras acciones que pueden ser puestas en práctica.

Una limitante en cuanto a la aceptación de estos cambios tecnológicos tiene que ver con el personal ocupado, ya que el miedo en esta transición que provoca el reemplazamiento de personal de trabajo por maquinarias es algo que no debe tomarse a la ligera, ya que pareciera que se está produciendo una reducción en la oferta laboral, colocando a múltiples empleados y profesionistas en una posición vulnerable, sobre todo cuando las proyecciones visibilizan que aproximadamente el 30% de los empleos desaparezcan por esta razón.

En cierta medida esto es cierto, ya que los empleos tradicionales que se enfocan en tareas repetitivas a menudo causan retrasos, costos más elevados debido a errores humanos y otros elementos, por lo que es normal que muchas empresas y sectores productivos estén considerando la inclusión de herramientas que sean más eficientes que las personas en estos puestos, sin embargo, este cambio en particular no quiere decir que no se estén generando nuevos empleos, inclusive podríamos asegurar que se han generado muchos más empleos nuevos, diferentes a los tradicionales, aunque claro, con un nivel de especialización mayor.

En este sentido, el problema no está solo en el reemplazo del personal ocupado por maquinaria, sino que la generación de empleos nuevos está demandando personal capacitado que satisfaga la demanda y las nuevas necesidades, lo que por consiguiente solo aquellas personas de mayores recursos que tienen la posibilidad de acceder a una educación y que disponen de los recursos y servicios digitales necesarios serán quienes puedan postularse a estos empleos, causando un proceso de segregación mayor entre los diferentes niveles socioeconómicos.

Por último, es necesario mencionar el ámbito económico, ya que la inversión inicial podría ser un factor limitante, ya que muchos elementos dependen del adecuado uso de los recursos públicos para facilitar la instalación de diversos equipos e infraestructura. Está claro que los costos de mantenimiento, actualización y gestión podrían llegar a ser altos, pero con el paso del tiempo, en un futuro cercano sería posible recuperar la inversión inicial e inclusive mientras se van mejorando los procesos y las tecnologías, cada vez más sería factible que se registren retornos de la inversión, facilitando la expansión de los programas, asegurando un parámetro de calidad en las soluciones y haciendo de esta una estrategia autosuficiente.

En general podemos constatar que los ejercicios de investigación encaminados al uso de TI en el ámbito urbano han sido constantes a lo largo de estos últimos 10 años, considerando las iniciativas privadas, programas públicos y académicos, sin embargo, muchas de estas actividades quedan en un ejercicio piloto y difícilmente pasan a un estado de revaloración, ajuste de parámetros y segunda puesta en marcha, lo que por diversos factores limita el aprovechamiento de estos descubrimientos.

### ***II.3.2 Sobre las ventajas***

Truswell (2018) afirma que, dentro del ámbito regional, las ciudades de Jalisco, Ciudad de México y Nuevo León están liderando la incorporación de las nuevas tecnologías en la fabricación de productos y préstamos de servicios, además de que se están construyendo bases sólidas que ampliarán el potencial de los programas actuales que aún se encuentran fuera del alcance del gobierno posibilitando un cambio significativo en materia de movilidad, seguridad ciudadana y gobierno digital. Un paso adelante en este sentido es la conformación de un nuevo centro de datos que se espera inicie sus operaciones muy pronto. Zamarrón (2022) ha mencionado que este proyecto ha tenido una inversión de 100 mdp (Millones de Pesos) y se ubicará en la zona industrial de Vallejo, en la alcaldía Azcapotzalco.

No obstante, además de ayudar a los procesos de digitalización gubernamentales, se espera que ofrezca el servicio de nube a empresas privadas y otros gobiernos estatales para hosteo de páginas web, procesamiento de datos y su almacenamiento contando con una certificación nivel III del International Computer Room Experts Association (ICREA) lo que se traduce en una disponibilidad de servicio en un 99.9% debido a sus especificaciones.

Zamarrón señala que anteriormente se hacía uso del servicio de nubes informáticas como Azure, AWS, Google Cloud o Telmex y, por otro lado, las dependencias adquirirían servidores privados para el resguardo de información sin considerar los costos de mantenimiento en su presupuesto, por lo que el Centro de Procesamiento de Datos de Perisur se encontraba en un estado deficiente, causando fallas en los servicios.

En adición a esto, el director de la ADIP (Jorge Luis Pérez) entrevistado por Zamarrón, mencionó que este nuevo Centro de Datos será la base del resto de la infraestructura referente a la digitalización de la Ciudad de México, lo que además ayudará a asegurar la calidad de los diferentes servicios públicos, algo que no sería posible sin la existencia de este proyecto a pesar de que se desarrollara un software más completo y robusto.

La existencia de un Data Center nuevo representa una posición adelantada para la creación de herramientas de IA, Big Data, desarrollo de API's (también conocidas como Interfaz de Programación de Aplicaciones) y muchos otros recursos que en conjunto pueden alimentar a un sistema mucho más complejo, donde las ciudades mexicanas podrían beneficiarse significativamente de su uso por medio de conexiones remotas y además ahorrando un porcentaje importante de recursos públicos que podría enfocarse para atender otras áreas de atención prioritaria.

Ilustración 35. Fotografía de sistemas para el funcionamiento del Centro de Datos de la CDMX



Fuente: ADIP, citado por Zamarrón (2022)

La existencia de estrategias y programas de innovación, por otra parte, son un punto a favor de la innovación, ya que por medio de la exploración de diferentes oportunidades de desarrollo se puede llegar a conclusiones nuevas que posibiliten la reducción de costos, así como establecer nuevos criterios basados en experiencias previas, lo que permitiría que se establezcan mejores criterios en los protocolos para obtener resultados más consistentes y una visión más clara sobre la situación actual de la ciudad a la par

que un esclarecimiento sobre los sucesos próximos siguiendo una cultura de prevención con más herramientas.

Hoy en día con las diferentes estrategias de gobierno abierto, la Ciudad de México está mejor posicionada con respecto a transparencia y acceso a información en comparación con años anteriores y que muy seguramente durante los próximos años se desarrollarán más y nuevas maneras para estrechar el vínculo entre la ciudadanía, el gobierno, organizaciones e instituciones (públicas y privadas) y muchos otros más actores. Si bien a la par existe un riesgo latente en cuanto a los procesos de desinformación que a menudo causan confusión y desconfianza, existe una mayor posibilidad para crear sistemas de comunicación que aseguren la confiabilidad de los datos presentados, aunque sin duda aún queda camino por recorrer.

El crecimiento exponencial de los nuevos servicios ha sido clave en las ciudades mexicanas, creando más y nuevos vínculos, como lo es ahora el trabajo remoto, el cual posibilita nuevas condiciones en la calidad de vida y ahorros monetarios y temporales considerables al dejar de usar con la misma frecuencia el transporte público. Además del traslado de los servicios y trámites públicos al entorno digital que, aunque ha sido paulatino, continúa en progreso, por lo que se espera que llegue a un punto donde la centralización física de instituciones públicas y algunos servicios ya no sea un problema para los ciudadanos ubicados en otras partes de la República Mexicana, permitiendo que puedan acceder a dichos recursos y generar una comunicación igual de efectiva desde sus propios hogares, incrementando la igualdad de condiciones e integración nacional.

La Coalición IA2030Mx (2020) argumenta que la revolución digital ha sido capaz de ofrecer beneficios antes inaccesibles, así como algunos otros nuevos, como lo es la comunicación a escala global, rápida y dirigida, así como la apertura de nuevas formas de ejercer democráticamente la libertad de expresión a través de las redes sociales y foros de discusión.

Si bien, actualmente existen diversas barreras y limitantes sobre un ecosistema nacional tecnológico, la prospectiva futura resalta múltiples oportunidades, fortalezas y aptitudes que desde hoy ya son palpables. Podríamos entonces considerar que la posición de México es sólida y positiva en cuanto al desarrollo tecnológico, aunque requiere de apoyo que le permita mejorar las posibilidades de éxito y constancia, ya que de esta manera en algunos años será posible reconocer nuevas y mejores aproximaciones sobre las tecnologías en el entorno urbano mediante IA, Big data, IoT u otras, facilitando su adición y ejecución coordinada y colaborativa a favor del bienestar colectivo.

### III. Ecosistema de cityOS basado en la seguridad vial

“Uno no cambia el mundo solo por mirarlo, lo hace por la forma en que se vive en él”

Amelia Wren

En este último capítulo se presentará la propuesta de un modelo digital básico que se aplique a la Ciudad de México pero que además pueda ser trasladado al contexto de otras ciudades mexicanas y que con ello puedan mejorar sus condiciones de competitividad para la igualdad de condiciones en el sistema de ciudades nacional. Con ello se puntualizará un ejemplo de aplicación de las nuevas tecnologías para el análisis del territorio desde el Big data para el análisis de conflictos viales que afectan a la movilidad urbana.

Si bien al principio de este trabajo se ha planteado una problemática y objetivos generales, es necesario definir una problemática particular para este ejercicio práctico, la cual permita comprender con mayor facilidad los beneficios, oportunidades y dificultades sobre el uso de estas nuevas tecnologías para los ciudadanos, los servidores públicos, los prestamistas y otros actores involucrados, considerando las condiciones actuales de la CDMX que previamente se han enunciado. La importancia de esta distinción no solo ayuda en la delimitación de los alcances de este ejercicio que se realizará exclusivamente con fines demostrativos, sino que también permite aterrizar muchas de las ideas que se han planteado con anterioridad, ejemplificar las consideraciones técnicas, sociales y administrativas a tomar en cuenta, evaluar en cierta medida el alcance y efectividad de las acciones de innovación tecnológica para la planeación territorial y la identificación de oportunidades futuras.

#### III.1 Descripción de problemática

El Proyecto del Programa General de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México 2020-2030 (PPGOT) describe que una fracción importante de la población que vive fuera de la zona central de la Ciudad de México depende del transporte público de baja capacidad, por lo que esta gran demanda ha originado el surgimiento de rutas informales que aún así no terminan de dar abasto en las horas de máxima demanda y con un servicio precario pero que a pesar de estas circunstancias se considera como la mejor forma de trasladarse y debido a esto los costos aumentan disminuyendo la calidad de vida. Además, el 32% de los viajes son realizados a pie en la zona metropolitana, sin recordar que la movilidad peatonal es prioritaria en la pirámide de movilidad urbana, por lo que disponer infraestructura para el libre tránsito de forma segura es vital.

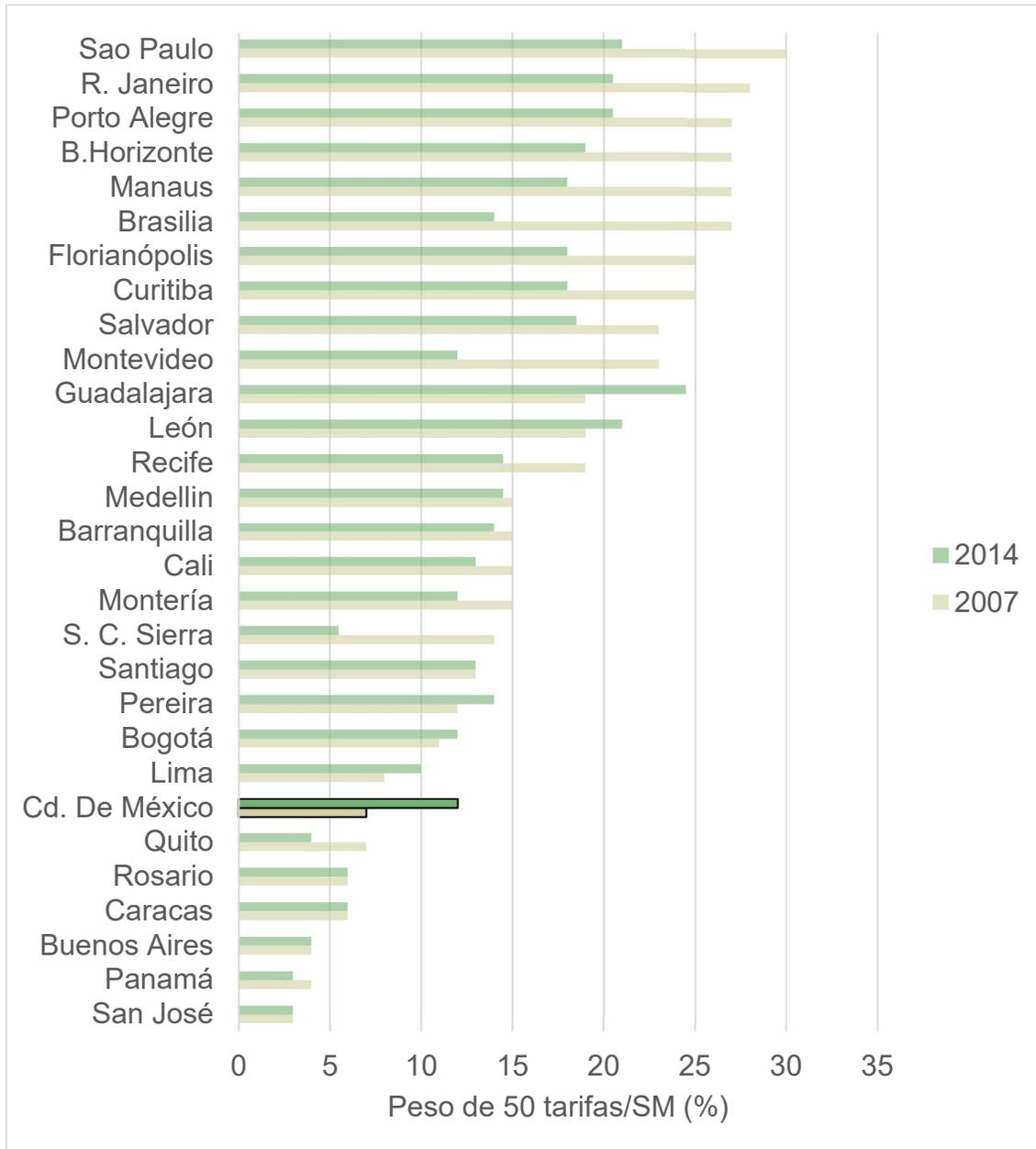
En términos generales, la red vial correspondiente a la Ciudad de México se compone de calles secundarias (93%) y el restante se reparte entre avenidas primarias, arterias principales, ejes viales y vías de acceso controlado. Esto resulta importante debido a que es en estas vías donde se despliegan los vehículos en circulación registrados cuya suma equivale a una tasa de 767 vehículos por cada mil habitantes, donde su impacto recae

principalmente en la velocidad promedio de los diferentes medios de transporte, reduciéndose de 44.1km/h (2016) a 40.8km/h (2018) y que ha continuado agravándose debido al aumento constante de la motorización (Gobierno de la CDMX, Instituto de Planeación Democrática y Prospectiva, 2021, pág. 115 y 116).

De acuerdo con CAF (2016), la movilidad promedio en la Ciudad de México se distribuye en 2 viajes por habitante diarios y el grado de utilización de transporte colectivo es realmente elevado (60% aproximadamente), superando en gran parte a la utilización del transporte privado que es apenas mayor al 20%. Como tal pareciera que el problema de la movilidad en cuanto al uso de vehículos privados no representa la mayoría de los viajes, sin embargo, el dilema se resume a que los vehículos privados representan un porcentaje de utilización de las vías por habitante mayor al que corresponde a las unidades de transporte público, donde en lugar de usar un asiento de 350cm<sup>2</sup> en una unidad de transporte promedio, termina incrementándose hasta los 8m<sup>2</sup> (esto por las dimensiones de un vehículo estándar de 2m de ancho con 4 de largo).

Además, estos datos nos hacen reconsiderar que la afectación y saturación de las vialidades se da por la minoría de los viajes diarios que hacen uso de la mayor parte de la infraestructura vial, produciendo una baja eficiencia y un alto índice de accidentes de tránsito, lo cual deriva en una baja calidad de servicio de movilidad, inequidad espacial en la accesibilidad a servicios y una distribución del costo de movilidad, donde las tarifas dentro de la CDMX son bajas comparadas con las que se registran en el Estado de México (CAF, 2022, pág. 27). La siguiente ilustración muestra el cambio en las tarifas de autobús entre el periodo 2007 y 2014.

Ilustración 36. Tarifas de autobús sobre salario mínimo (2007-2014)



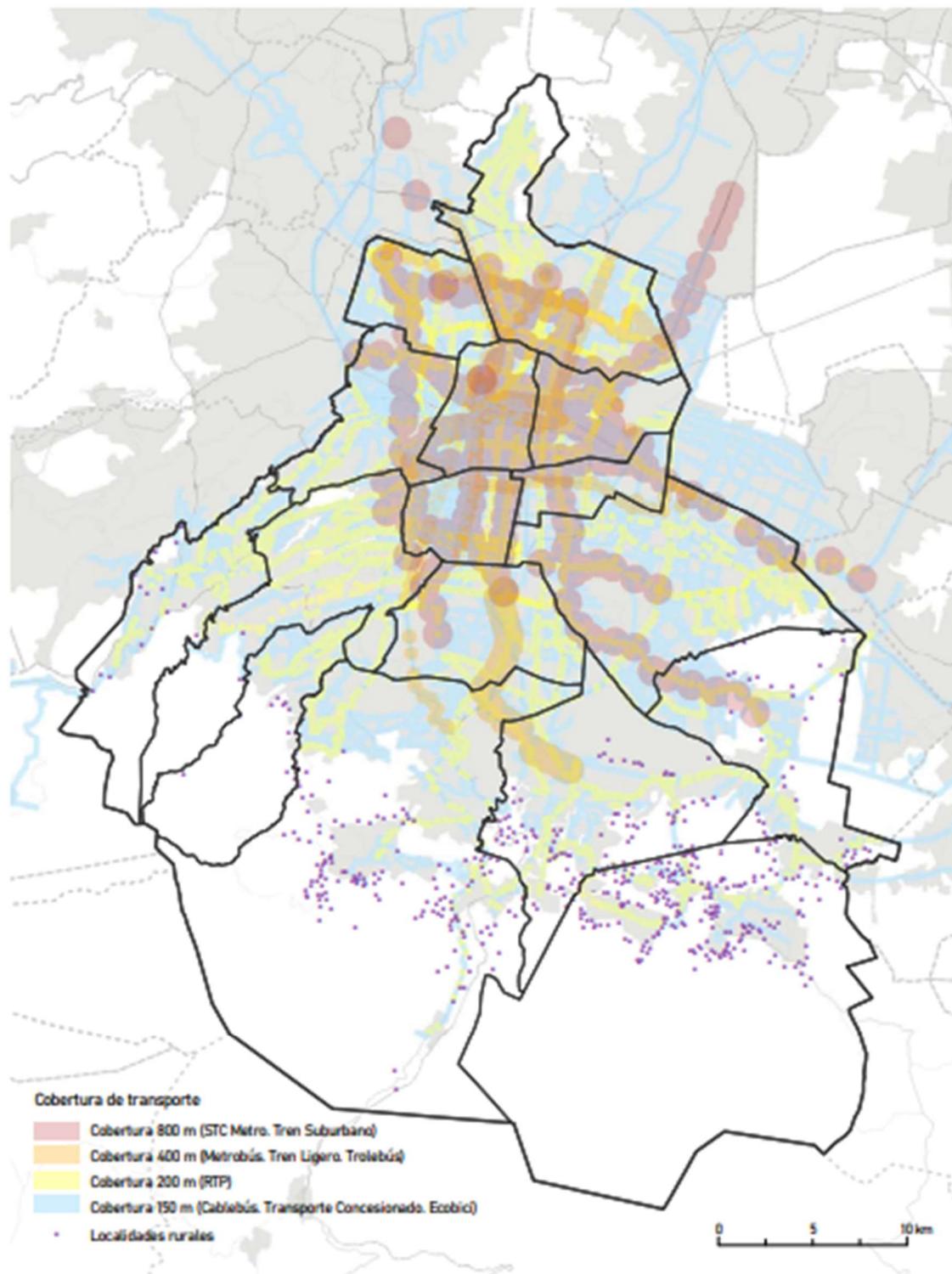
Fuente: Elaboración propia con base en CAF, 2016

De acuerdo con el resumen ejecutivo del observatorio de movilidad urbana 2015-2016, en las ciudades de mayores ingresos per cápita se tienen tarifas de transporte más económicas donde, en países como Brasil y México existe una gran diferencia entre los precios del transporte público y que hoy en día es palpable al considerar tarifas estandarizadas entre \$6 y \$7.50 pesos para el transporte público terrestre y de \$5 pesos para el sistema de metro subterráneo. Cosa contraria a lo que ocurre en el Estado de México donde las tarifas comienzan arriba de los \$10 pesos e inclusive llegan a los \$30 pesos para trayectos un poco más lejanos.

Por otro lado, un elemento importante en el sistema de movilidad de la ciudad es la infraestructura ciclista y peatonal que han comenzado a tener una mayor relevancia, sobre todo desde que se ha procurado disponer de carriles exclusivos para la bicicleta, donde en el 2020 ya se contaba con 311km formalizada, sin embargo debido a la topografía accidentada que se presenta en algunas zonas de la CDMX, esta disposición de carriles se ha priorizado en zonas centrales como lo es la colonia hipódromo-condesa, la roma, colonia del valle, entre otras y, últimamente en la avenida insurgentes pero que de todas formas sigue siendo ocupado la mayoría de las veces por vehículos y motocicletas debido a la falta de cultura cívica y de tránsito, produciendo de esta manera una vía insegura para el tránsito en bicicleta.

Un elemento digno de destacar es la relación entre infraestructura destinada al arroyo vial y la peatonal, donde la primera considera un 80% de ocupación del espacio público y el 12% a la segunda. Esto resulta relevante ya que si se habla de cobertura y calidad de estas infraestructuras es posible observar que solo el 57% de las manzanas tiene banqueteta en todo su perímetro, mientras que el 67% de estas manzanas no tienen rampas de accesibilidad para discapacitados. Esto es importante ya que solo estamos considerando que exista la banqueteta pero cuya evaluación se vuelve compleja debido a que en muchas ocasiones parte de la banqueteta se destina a jardineras, la ubicación de postes de luz o de cables de teléfono, e inclusive se dan casos de que las banquetas se usan como una extensión del hogar, es probable encontrarse en múltiples ocasiones con una anchura de la banqueteta menor a los 40cm que obliga a que no sea viable su uso como peatonal, entre muchos otros casos que son dignos de analizarse y que sin lugar a dudas requiere ser resuelto, ya que el agregado de todas estas situaciones obliga en distintas ocasiones a que el tránsito peatonal haga uso del arroyo vial incrementando el riesgo de sufrir accidentes. En la siguiente ilustración se puede observar la cobertura existente del transporte en la Ciudad de México.

Ilustración 37. Cobertura de transporte público por Sistema de Transporte 2019



Fuente: PPGOT (2021)

De acuerdo Xmotion citada por Frida Ruiz en su podcast (Podcast AI The New Sexy. Capítulo 15. El dilema de la movilidad y los coches autónomos., 2020) menciona que la movilidad está cambiando, sobre todo por la tendencia a la reducción de la movilidad donde se estima que para el 2035 disminuirá en un 17% y en un 24% para el año 2050. Existen diversas causas, pero entre las más relevantes está el teletrabajo o Home office que es uno de los principales motivos de viaje de acuerdo con la Encuesta Origen-Destino, la edad de la población, por otro lado, también será un gran condicionante debido a que en el futuro un gran porcentaje de la población económicamente activa pasará a formar parte del grupo de la tercera edad, donde sus necesidades de movilidad serán distintas y por último la evolución de los servicios self-service como lo resultan ser las plataformas como Justo o Cornershop, donde el cliente selecciona los productos que requiere para su hogar y los recibe en su casa, muy similar a las plataformas de entrega a domicilio.

Estos y otros cambios se irán añadiendo al sistema de movilidad, lo cual sin lugar a duda obligan a repensar las diferentes infraestructuras que serán requeridas, con el fin de preservar la seguridad vial.

En términos generales, es necesario fomentar la construcción y desarrollo de la infraestructura vial para la integración barrial y el surgimiento de nuevos ejes comerciales de carácter local, que ayuden a evitar largos traslados lo que a su vez ayudará en la reducción de costos y tiempo que los ciudadanos invierten actualmente. Por otro lado, es necesario establecer criterios y estrategias mediante los cuales los sistemas de transporte público puedan capitalizar mejor su actividad económica y gracias a ello se pueda mejorar la calidad de las unidades, el saneamiento de estas y capacitar mejor a los conductores, lo cual ayudará a mejorar la experiencia en general y posibilitará incentivar a hacer un mayor uso del transporte público con respecto al privado.

Para resumir, las problemáticas previamente planteadas solo son algunas de las muchas que existen en cuanto a la movilidad, como lo es la seguridad de los usuarios de sistemas de transporte masivos frente a robo, secuestro u otros crímenes relacionados, sin embargo, cada una de estas problemáticas requiere un estudio particular de las múltiples variables que se añaden y para fines prácticos solo se tendrá en cuenta para este ejercicio práctico una de las problemáticas en particular, misma que se refiere a las condiciones de la vía pública y los accidentes viales que puede producir.

Para ejemplificar el uso de la tecnología basado en la nube, abordaremos la problemática desde los reportes sobre incidentes viales que se realizan en Twitter y que posibilitarán el registro geográfico de los mismos para su debida atención.

## III.2 Elementos básicos y diseño conceptual cityOS

Adoptar un modelo de Smart City confiere tres pasos vitales:

- *la conceptualización*
  - o donde se analizan las posibles rutas, tecnologías requeridas, estrategias de financiamiento y establecimiento de prioridades
- *la transición*
  - o desde el contexto actual y hacia el deseado, donde se inicia la instrumentación de algunas nuevas tecnologías que complementen a los sistemas tradicionales, además de funcionar como un primer acercamiento para la población en el proceso de adopción de estas y,
- *la adecuación*
  - o donde la población se encuentra más familiarizada con el uso y aprovechamiento de las tecnologías en su cotidianeidad, además de que se han identificado elementos necesarios que fueron modificados para la viabilidad del sistema y enfocado a satisfacer las necesidades particulares del territorio donde se aplique.

Cada uno de ellos precisa diferentes metodologías y métricas para la evaluación de los avances y estructuración de cada etapa, por lo que este ejercicio práctico se limitará a abarcar solamente la conceptualización y la transición hacia el futuro deseado.

Para comenzar, como se comentó anteriormente, una ciudad inteligente no está del todo definida, aún existen vacíos por argumentar y es posible visualizarla de distintos modos, por lo que si hablamos de un sistema integral de ciudades inteligentes interconectadas es todavía más limitante. En este sentido, para comprender mejor el funcionamiento y el propósito de una propuesta de CityOS para México, abordaremos su definición desde lo general hasta lo particular sobre su diseño.

Principalmente, la elección del caso de estudio de la Ciudad de México frente a cualquier otra ciudad en el país fue debido al nivel de factibilidad para ejercer un modelo tecnológico, ya que es en ésta donde se concentran la mayoría de los recursos, infraestructuras y en general dispone de un mayor desarrollo en las diferentes áreas del conocimiento, que aunque preserva algunas carencias y deficiencias, aún así es mayormente posible agregar un esquema de este estilo a sus actividades cotidianas. De esta manera, si al finalizar esta investigación se obtuvieran resultados poco favorables sobre el uso de este sistema, lo sería aún menos en otras ciudades con menor densidad y mayor dependencia al sistema de ciudades nacional.

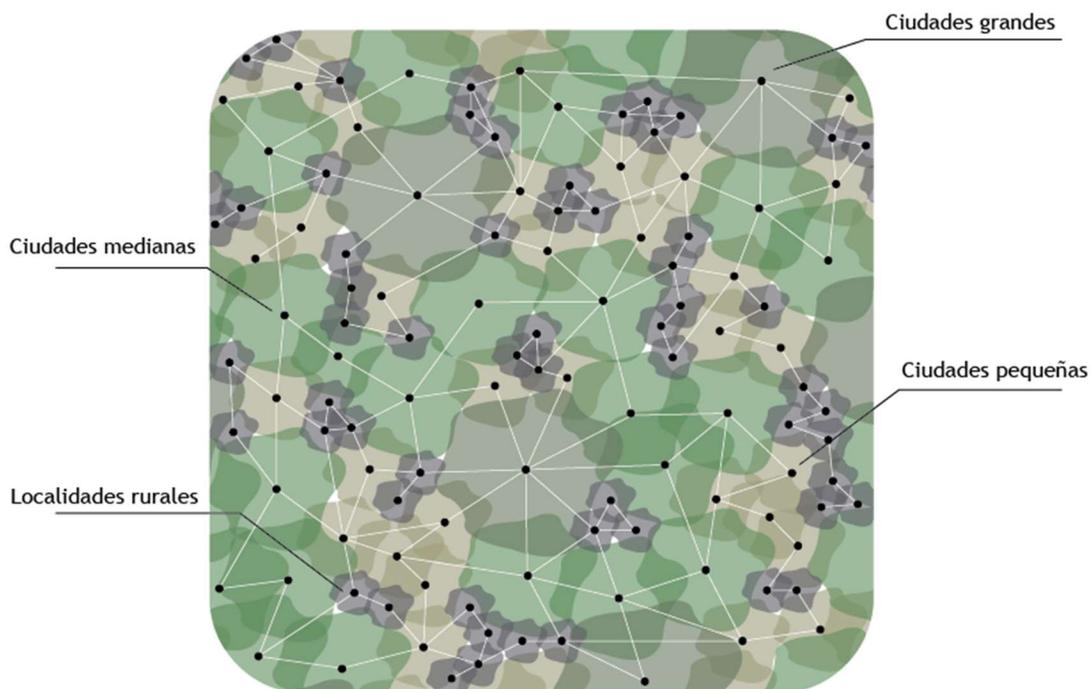
La idea surge desde el análisis de ecosistema de Apple, que es bien conocido por sus productos y la interrelación que existe entre ellos, lo que ha favorecido a la optimización de aplicaciones y sistemas en mayor medida que lo que ocurre en el ecosistema Android, donde la enorme cantidad de dispositivos con especificaciones y características diferentes según la marca de la que se trate impide que la totalidad de los dispositivos funcionen equivalentemente, lo que por resultado conlleva a una menor calidad de

experiencia sobre su uso, además de que no es equiparable el nivel de conectividad con otros servicios, dispositivos o sistemas que posee la marca de la manzana, misma que mantiene fluidez sobre algunas funcionalidades entre los diferentes dispositivos, incrementando el nivel de seguridad frente a vulnerabilidades y en general una mayor experiencia de usuario.

Si pensamos entonces en un ecosistema integral de ciudades, tomando en consideración los conceptos de fluidez entre funcionalidades, seguridad frente a vulnerabilidades y una optimización grupal de los diferentes servicios de las ciudades, sería posible trasladar este modelo a otras ciudades tan solo compartiendo el código, los programas y la infraestructura requerida para su funcionamiento, lo que claro, trae consigo una serie de retos que son necesario superar para tener éxito en la transición hacia las TIC's en el aspecto urbano, pero que al observar los beneficios y nuevas oportunidades que esto puede generar, hace que valga absolutamente la pena promover este tipo de propuestas pese al gran trabajo que conlleva.

Se trata entonces de un ecosistema nacional interconectado, donde exista el intercambio de información en tiempo real, la cual permite evaluar y comparar la situación actual de las localidades urbanas y rurales, de manera transparente y efectiva, lo que se traduce a ahorros económicos y temporales en los procesos de planeación al obtener reportes actualizados con frecuencia. En la siguiente ilustración se muestra gráficamente un ejemplo conceptual de cómo es que sería vista la red de ciudades interconectadas.

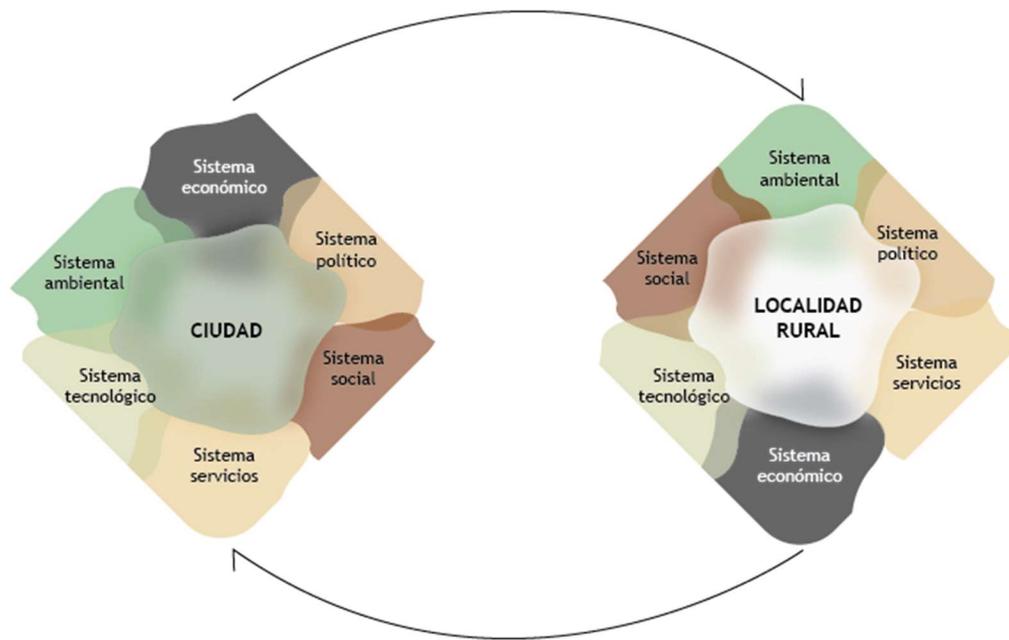
Ilustración 38. Esquema del cosmos del CityOS



Fuente: elaboración propia (2022)

Las ciudades de diferentes dimensiones, así como las localidades rurales podrían compartir entre sí soluciones territoriales, así como el nivel de progreso que tienen en cada uno de los 6 sistemas (económico, social, político, ambiental, tecnológico y de servicios), lo cual podría ser de utilidad para otras localidades, quienes podrían adaptar estas soluciones para su caso particular y con ello mejorar sus condiciones de competitividad para ofrecer mejores soluciones a sus habitantes, lo cual conlleva a una vinculación con bajo acoplamiento y alto nivel de cohesión, es decir, que esta integración es independiente de las acciones de cada ciudad con respecto a otras, por lo que no tendrán efecto en otras ciudades por actualizar algunos servicios o modificar el comportamiento de otros sistemas y, por otro lado, cada ciudad se dedicará a monitorear que todos los sistemas estén realizando una sola cosa y haciéndola bien, para que al agregarse de manera colectiva sumen valor y resulten de utilidad al tener un alto nivel de confianza sobre los datos generados.

Ilustración 39. Ejemplo de vinculación conceptual entre ciudades y localidades rurales en escala local



Fuente: elaboración propia

Esta vinculación estaría dada por medio de una Unidad Administrativa de Integración (UAI), la cual serviría de puente entre los datos de las ciudades y localidades rurales, homogeneizando la estructura, comportamiento y almacenamiento a nivel masivo, por lo cual es más que necesario explicar los elementos que componen estas UAI ya que son fundamentales para el ecosistema. En la siguiente ilustración es posible vislumbrar los diferentes componentes de cada UAI y sus procesos desagregados.

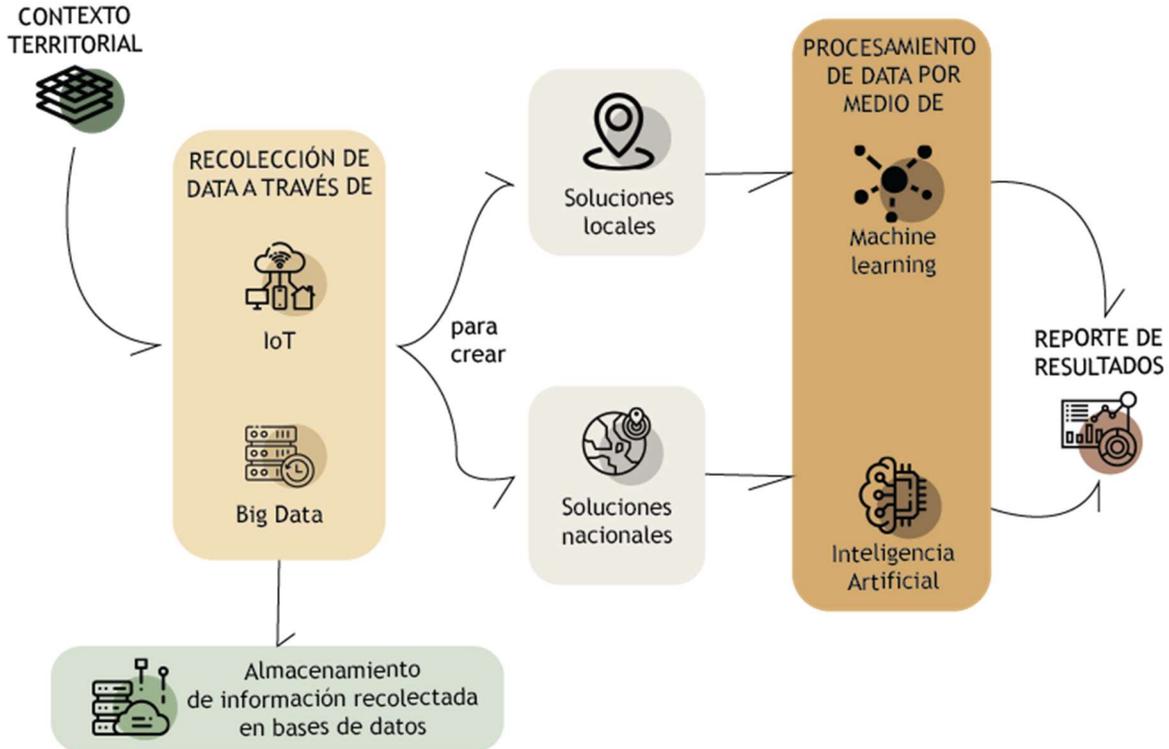
Ilustración 40. Componentes de una Unidad Administrativa de Integración



Fuente: elaboración propia

Inicialmente, el tratamiento de los datos es la parte más determinante de esta UAI, ya que la calidad de los datos tendrá efecto en el resto de las etapas de análisis. Por lo tanto, determinar cómo es que se van a recolectar tiene una alta relevancia y dado que se trata de grandes cantidades de datos, se considera al Big Data como la mejor opción para el cometido, mezclado con IoT, pero que estas dos tecnologías aplicarán para diferentes escalas, donde el Big Data buscará datos a escala nacional mientras que el IoT se limitará a la escala local, lo cual permite validar los datos con mayor precisión, como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 41. Tratamiento de datos mediante la UAI



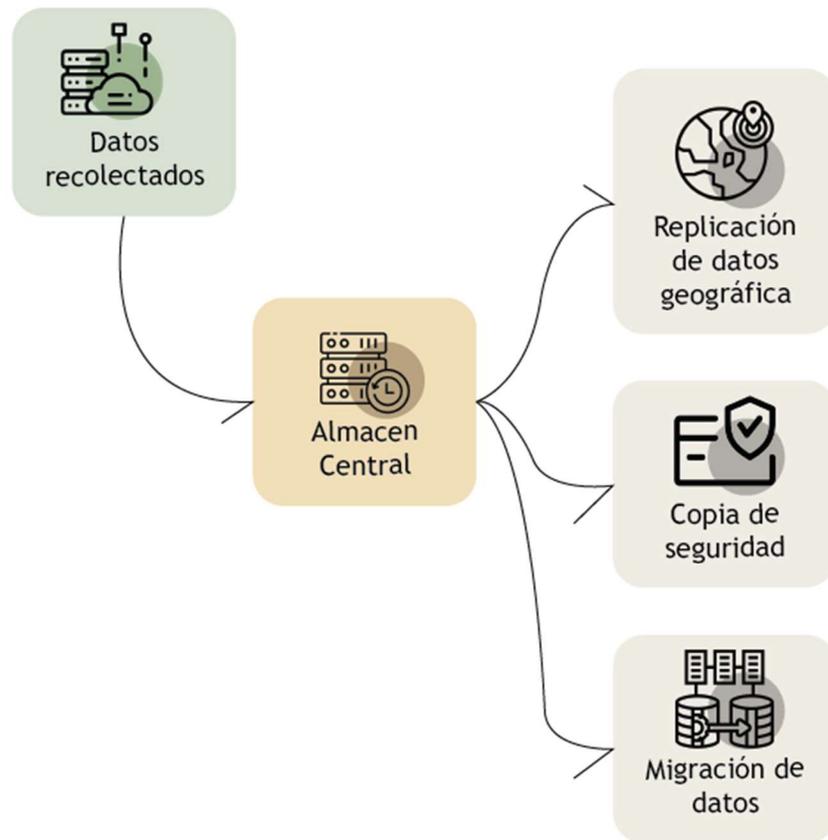
Fuente: elaboración propia

Esta información recolectada a su vez vale la pena almacenarla como un registro histórico que permita proyectar diferentes escenarios prospectivos para favorecer el análisis urbano y que con el paso del tiempo podrá ajustarse cada vez más a predicciones certeras. De manera paralela, estos datos serán procesados mediante sistemas de IA y Machine Learning para identificar patrones de comportamiento y prevenir en mayor medida los riesgos urbanos potenciales. Toda esta información se aglomera en un reporte de resultados que se actualizará de acuerdo con los cambios que se presenten en el territorio y buscará ser lo suficientemente explicativo.

En añadidura, la preservación de esta información tiende a ser un elemento clave para el aprovechamiento de estos, donde incluso en el tema del almacenamiento se requieren diferentes estrategias para asegurar su disponibilidad, como es el caso de las copias de seguridad, que se encargan de respaldar la información frente a riesgos de pérdida de información, pero que a su vez será complementado mediante un sistema de migración de datos, el cual será activado durante el mantenimiento de los sistemas en cada ciudad, lo cual preservará la continuidad del servicio en mayor medida, además de integrarse con un sistema de replicación de datos geográfico, el cual se refiere a la distribución de estos datos en otra área geográficamente separada para minimizar el riesgo de la pérdida de estos datos frente a eventos naturales extraordinarios como terremotos, tsunamis y cualquier otro relacionado, de nuevo, procurando la disponibilidad de los

datos y al mismo tiempo facilitando la recuperación de los mismos una vez superado el evento.

Ilustración 42. Almacenamiento de datos y su preservación



Fuente: elaboración propia

Ahora bien, los datos también necesitan estar seguros frente a ataques DDoS, robo de credenciales y otras actividades ilícitas en el ámbito digital, por lo que un elemento de las UAI que no debe faltar es la seguridad, misma que se deriva en diferentes componentes como lo es la detección y prevención de riesgos activa que estará encargada de monitorear todos los accesos y cierres de sesión en los diferentes grupos de seguridad, creados para agrupar datos relacionados con un esquema de bajo acoplamiento, es decir, independientes del estado de otros datos y a los cuales solo se podrá acceder mediante una verificación de identidad y una autenticación multifactor para cada rol de cada usuario del que se trate.

Por ejemplo, en la siguiente ilustración, se muestra un ejemplo de cómo estaría determinado el acceso y qué acciones estarán habilitadas según corresponda. Vale la pena precisar que el acceso al público en general es el único que permite observar los datos todos los sistemas urbanos (económico, social, político, ambiental, de servicios y tecnológico) con ciertas limitaciones, ya que se trata de información de interés público,

sin embargo, para el caso de los estudiantes, profesores e investigadores, tendrán un mayor acceso a los datos que se relacionan con sus carreras, con la intención de incrementar la calidad de las investigaciones y promover la creación de nuevos descubrimientos.

Sin embargo, para el caso del sector privado, debido a que cierta información permite ventajas competitivas en el mercado que se encuentre inmerso, tendrán un mayor acceso a áreas específicas de acuerdo con los acuerdos y contratos que se dispongan, lo cual se traduce en otro ingreso de carácter público que se dispondrá para continuar mejorando este ecosistema mientras se integran otras áreas del territorio nacional con el paso del tiempo.

Ilustración 43. Esquema de acceso basado en roles

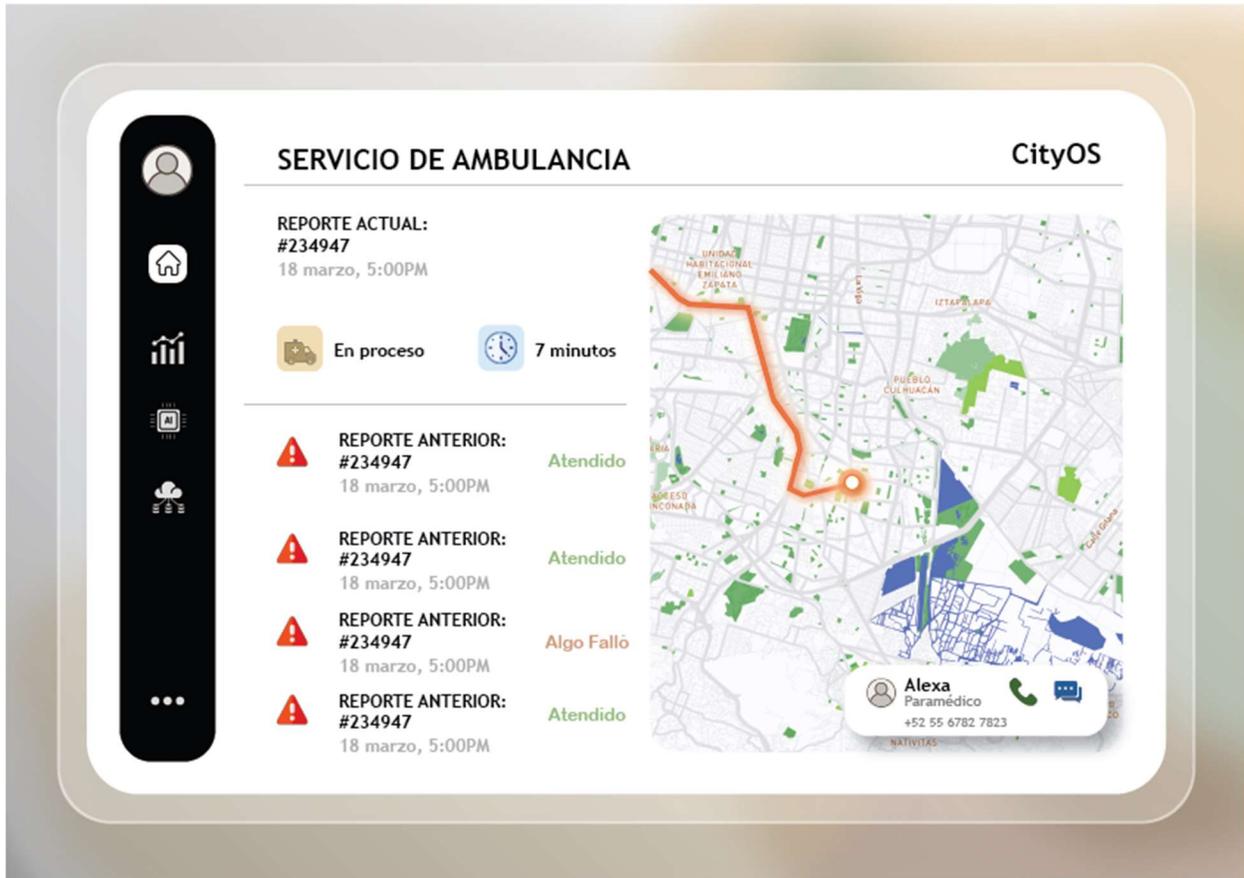


Fuente: elaboración propia

De esta manera, los datos se mantienen seguros y se aprovechan beneficiando a los diferentes actores que intervienen en el territorio y cuyas actividades aportan al estatus de la economía nacional. Por consiguiente, es necesario establecer un esfuerzo mayor en el tema de la integración ciudadana, para que estos datos no solo tengan que ver los sectores económicos acomodados, sino que realmente se beneficie la población de disponer información verídica y avalada por un comité independiente de observadores nacionales que se encarguen de monitorear que los procesos sean transparentes y congruentes con lo observable en cada área territorial, derivando todos estos esfuerzos en reportes actualizados con frecuencia sobre la condición del contexto de la ciudad o localidad de la que se trate, donde su información resulte relevante y sea objetiva

permitiendo la generación de pensamiento crítico propio, como se muestra en la siguiente ilustración.

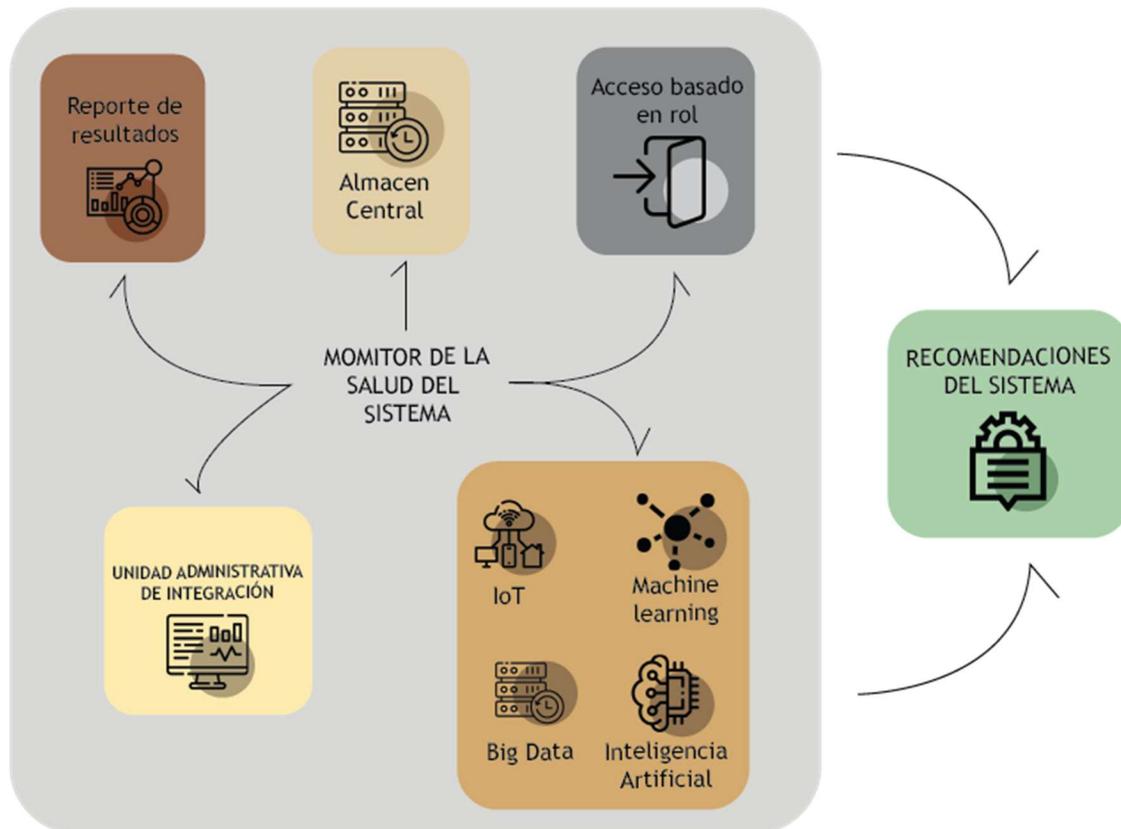
Ilustración 44. Ejemplo de reporte en tiempo real del sistema cityOS



Fuente: elaboración propia con base en el diseño de Alexandr V en Dribbble (2022)

Como último elemento por añadir se encuentra el Monitor de la Salud del Sistema, que básicamente procura estudiar los diferentes sistemas que comprende el ecosistema CityOS verificando su correcto funcionamiento e identificando posibles fallas, obstrucciones o interrupciones del servicio, datos que posteriormente se procesan de manera automática para crear recomendaciones y observaciones sobre mejores prácticas de uso, mantenimiento y operación del ecosistema, buscando siempre el ahorro de costos y la mejora constante del performance funcional, como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración 45. Monitor de la Salud del ecosistema



Fuente: elaboración propia

Al plantear un ecosistema operativo digital en un principio de manera local y después a escala nacional, es necesario tomar en cuenta algunas consideraciones sobre los elementos que conformarán su funcionamiento y que serán el vínculo entre lo físico y lo digital (infraestructura), la cual es todo un tema del que pueden surgir múltiples debates opiniones y dificultades, sobre todo cuando se trata de un territorio accidentado, con un ordenamiento territorial deficiente en diferentes aspectos y que el agregado de las condiciones de inseguridad y corrupción limitan la actualización de la infraestructura existente encaminado a un panorama definido con una estrategia clara en cuanto a la innovación tecnológica.

### III.3 Plan de financiamiento

Gracias al crecimiento exponencial de los recursos digitales y dispositivos electrónicos, es posible generar nuevas formas de recuperar recursos para el financiamiento de proyectos públicos, esto puede incluir formas diferentes de cobranza de servicios ya existentes como lo podría ser el sector energético en donde las tarifas estáticas por

tradición podrían variar según la demanda del servicio y al mismo tiempo establecer el cobro según el consumo por hogar, lo que se traduciría en un consumo energético más consiente reduciendo el impacto ambiental y aumentando el aprovechamiento del mismo.

### *Tipos de financiamiento*

Para empezar, es necesario describir el proceso de aprobación del Presupuesto de Egresos de la Federación (PEF), donde en un primer momento el Ejecutivo Federal a través de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) hace llegar el proyecto del PEF a la Cámara de Diputados en donde la encargada de analizarlo es la Comisión de Presupuesto y Cuenta Pública, quien reporta los cambios en la Ley de Ingresos necesarios para realizar el dictamen.

Una vez hecho esto, la Comisión envía el proyecto analizado y dictaminado para ser votado por el pleno de la Cámara, en donde se discute y vota dicho decreto para definir si se aprueba totalmente y enviarlo al Ejecutivo para su publicación, o bien, se devuelve a la Comisión de Presupuesto y Cuenta Pública para un nuevo análisis y discusión.

De esta manera, el ejecutivo recibe el decreto del PEF ya aprobado y la SHCP se encarga de publicarlo en el Diario Oficial de la Federación a más tardar 20 días después de su aprobación.

Existen diferentes formas de financiar un proyecto, como lo son las Instituciones Bancarias, donde se encuentra BANOBRAS, cuya principal función es otorgar recursos para el crecimiento de la infraestructura en cuanto a comunicaciones y transportes, o también donde se encuentra BANCOMEXT quien financia comercio exterior mexicano.

Otra manera desde la cual se pueden financiar proyectos de gran escala es mediante la Banca de Desarrollo Bilateral, la cual se trata de Instituciones financieras establecidas por 2 países individuales para financiar proyectos dentro de la zona comprendida entre estos.

La Banca de Desarrollo Internacional es otro caso, en esta se encuentra el Banco Mundial, que busca combatir la pobreza y que es propiedad de 187 países, o bien, la Banca Interamericana de Desarrollo, que se dedica a financiar obras de Alcantarillado e infraestructura. Otro ejemplo de banca de desarrollo internacional es la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), la cual se dedica principalmente a las Energías Renovables.

Por último, también se pueden financiar proyectos desde Fondos y Fideicomisos, como lo es el Fondo Nacional de Infraestructura (FONADIN), que busca canalizar recursos de manera oportuna y eficiente en la planeación, diseño, construcción y transferencia de proyectos de infraestructura con impacto social o rentabilidad económica. En estos casos también se cuenta con el Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO), dedicado principalmente a energías renovables e infraestructura, los Fideicomisos Instituidos en

Relación con la agricultura (FIRA), quienes ofrecen préstamos para el manejo de residuos y de la agricultura o el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE), que busca la reducción del consumo energético.

### *Costos estimados del ecosistema CityOS*

Ya sea que se elija una banca u otra en específico para el financiamiento de este proyecto, es necesario estimar el posible costo monetario que las operaciones del ecosistema generarán. En este caso, se puede optar por tres alternativas para llevar esta idea a la realidad; desarrollar todas las tecnologías necesarias de IoT, IA, Big Data y demás elementos que se derivan de cada una de estas para lograr una interoperabilidad que arroje resultados y que además requiere instalar toda la infraestructura necesaria en el territorio, lo cual tiene muchas ventajas y de entre las cuales se encuentra la alta posibilidad de personalización ya que en el desarrollo del ecosistema no existirán limitantes o condicionantes que respondan a los intereses de otras compañías y que por tanto posibilitarán el desarrollo de una solución pensada de manera exclusiva para el caso de México.

No obstante, los costos que esto conlleva serían muy altos y tardaría mucho tiempo en desarrollarse, ya que se requiere una planeación muy estricta y que incluso por la falta de experiencia en este ámbito, posiblemente existan costos extraordinarios que no fueron contemplados en un inicio, lo que podría colocar en una posición comprometedoras donde incluso sería posible que la inversión se pierda, ya que no solo se trata de su desarrollo sino también de su mantenimiento y actualización, por lo que la responsabilidad de su funcionamiento y las condiciones de calidad corren por cuenta del departamento que lo haya desarrollado.

Por otro lado, una opción que valdría la pena considerar es llevarlo a cabo mediante un esquema basado en la nube, contratando los servicios de empresas privadas que permitan implementar soluciones en un tiempo significativamente menor y donde los costos dependen del uso que se le dé a los servicios, permitiendo ahorrar en las soluciones que se consultan en menor medida de forma automática y escalable, por lo que incluso los servicios se adaptarán a la demanda incrementando los recursos necesarios para preservar la disponibilidad de los servicios y muchas otras ventajas que se derivan del uso de la nube.

Esto confiere algunas desventajas, ya que se pueden diseñar las soluciones según las tecnologías requeridas, pero en la mayoría de los casos estas soluciones están pensadas para el ambiente empresarial, lo cual podría crear un sesgo considerable entre las aplicaciones que podría tener desde el ámbito gubernamental. Si bien se puede solicitar una cotización para las necesidades del gobierno en el caso de Microsoft Azure, este servicio está reservado para el gobierno estadounidense, lo cual limita su replicabilidad en otros territorios.

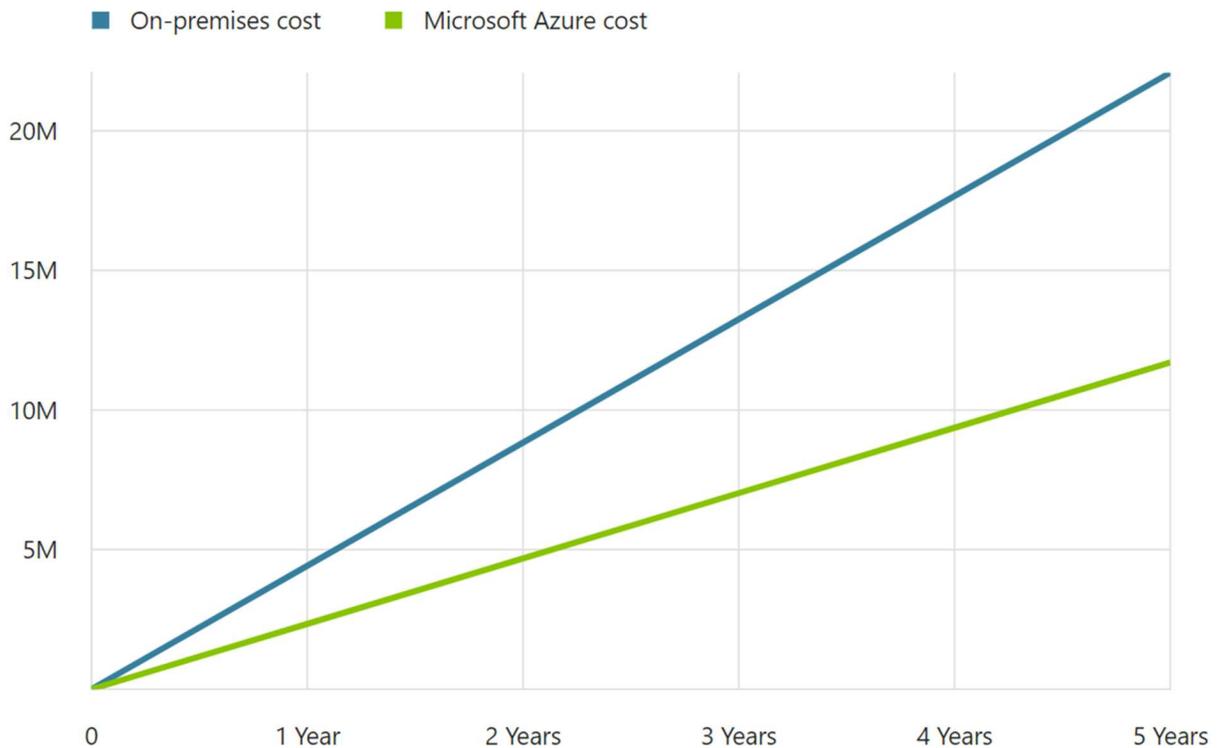
La opción más viable es el ambiente híbrido, donde se mezcle el entorno de la nube con infraestructura física, permitiendo que la inversión se reparta en una manera más efectiva, ya que se puede invertir en equipos físicos que otorguen mayor seguridad sobre los datos, como lo puede ser un Centro de Datos y que con ello exista un control superior sobre la propiedad de los mismos, mientras al mismo tiempo se contratan servicios de análisis a los cuales se les determinan métodos de acceso específicos para consultar y otorgar resultados que sean de interés y que posibilitan la rápida implementación de la solución tecnológica y de forma paralela sea posible tener mayor control de la operabilidad de la misma.

Dado que para definir con mayor precisión el tipo de solución requerida es necesario verificar con qué sistemas ya cuenta la Ciudad de México, que en principio se mencionó en uno de los capítulos anteriores que estará próximo a iniciar sus operaciones el Centro de Datos de Vallejo, pero que también sería necesario compaginar dicha información con el resto de la infraestructura desplegada para asegurar el máximo aprovechamiento de esta e identificar la viabilidad de integrarla a procesos en la nube, lo cual dificulta el análisis de presupuesto requerido según la inversión necesaria considerando estos elementos.

Es por esto que para tener una idea un poco más clara de los costos que podría implicar la creación del ecosistema CityOS se optó por consultar la Calculadora del Costo Total de propiedad (Microsoft, 2022) que otorga un resumen simplificado de la estimación de costos del uso de tecnologías basado en la nube de Azure, en donde se definieron parámetros como la Geo redundancia, costos de electricidad (0.1334 USD cada kW por hora), costos de almacenamiento (160 USD según el uso), costos de mano de obra (23 USD cada hora por administración de IT) y otros elementos que se tomaron en consideración como costos de hardware, software, virtualización, soporte de red y conexiones, así como el costo de almacenes de bases de datos.

De acuerdo con el marco temporal de 5 años, con la licencia de Microsoft Online Services Program y haciendo uso de los recursos de la región Centro y Norte de EE. UU., se estiman ahorros de hasta 10 millones de dólares, ya que supone ejecutar cargas de trabajo en Azure donde el ahorro se acumula con el tiempo. En la siguiente gráfica se muestra la comparativa de costos de mantener un servicio de manera local (nube privada) con respecto a la nube pública en Microsoft Azure.

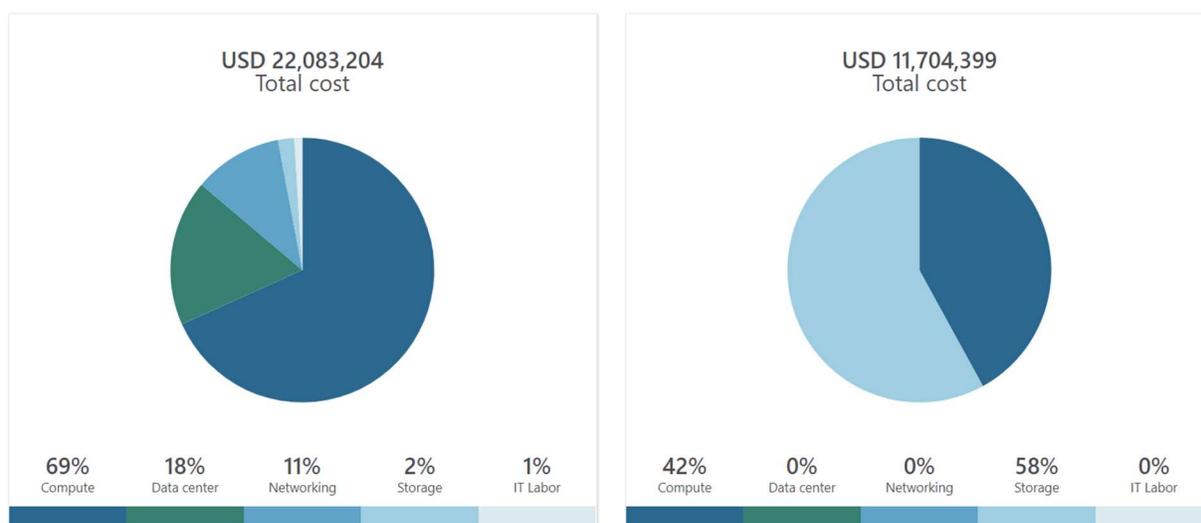
Gráfica 1. Comparativa de costos nube pública y privada



Fuente: Microsoft Azure (2022)

Por lo que el costo total de los servicios locales es de aproximadamente 22,083,204 USD debido al alto consumo de recursos computacionales, el centro de datos y las conexiones de red, que en conjunto consumen casi el 98% del costo total, mientras que en el formato de nube pública se ahorran los costos de instalar un centro de datos y además de las conexiones de red necesarias para el funcionamiento, por lo que prácticamente desaparecen del presupuesto estos conceptos y se reduce el costo computacional, como se muestra en la siguiente gráfica.

Gráfica 2. Comparación de costos nube pública y privada por categoría



Fuente: Microsoft Azure (2022)

Para resumir, la oportunidad que ofrece el uso de tecnologías de nube para la solución que se plantea sobre el ecosistema de CityOS es muy grande y sin lugar a duda facilita mucho su implementación debido a los ahorros que se estiman y que en un futuro podrían ayudar a incrementar la red de infraestructura y complementar las capacidades tecnológicas que se disponen en este momento. A continuación, la siguiente tabla muestra el desglose resumido de las categorías consideradas para la elaboración de este presupuesto.

Gráfica 3. Desglose resumido de presupuesto comparativo entre nube pública y privada

Category	Cost	Category	Cost
Compute	USD 15,152,784.00	Compute	USD 4,965,868.80
Hardware	USD 13,178,400.00	Data Center	USD 0.00
Software	USD 291,600.00	Networking	USD 360.00
Electricity	USD 1,682,784.00	Storage	USD 6,738,169.80
Database	USD 0.00	IT Labor	USD 0.00
Data Center	USD 3,964,786.00		
Networking	USD 2,328,975.00		
Storage	USD 360,659.20		
IT Labor	USD 276,000.00		
<b>Total</b>	<b>USD 22,083,204.00</b>	<b>Total</b>	<b>USD 11,704,399.00</b>

Fuente: Microsoft Azure (2022)

### III.4 Resultados del ejercicio práctico

Hasta este momento ya hemos hablado de cómo se define una ciudad inteligente, mencionamos las tecnologías que han surgido y que conforman la industria 4.0, así como ejemplos de plataformas digitales que se han integrado en la dinámica de las ciudades,

tanto para la planeación urbana como la generación de nuevas oportunidades y servicios derivados de la integración tecnológica en las localidades.

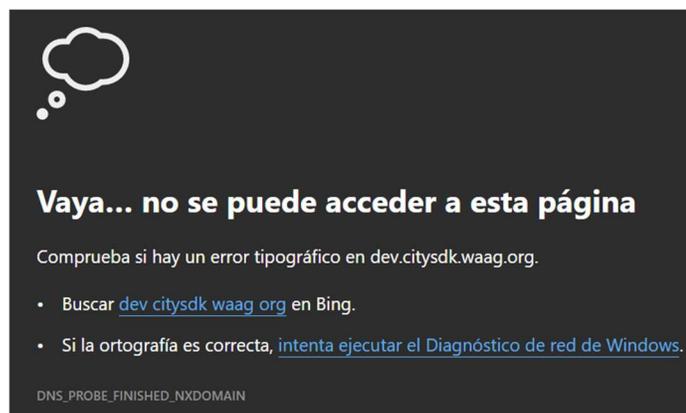
Esto ha implicado un análisis exhaustivo de múltiples variables y elementos que son necesarios para entender mejor el vínculo entre la infraestructura física y digital, sus ventajas y desventajas de uso, así como ayudar en la conceptualización de estos diferentes sistemas en un entorno homogéneo de cityOS que se pueda construir dentro de uno o varios contenedores que faciliten la replicación de este ejercicio.

Al comienzo de este trabajo la idea de reunir los múltiples sistemas tecnológicos en un ecosistema integrado para la ciudad, representaba sin lugar a dudas un gran reto, pero conforme avanzó la investigación, así como se descubrían nuevos conceptos y se aprendía el uso de tecnologías, lenguajes de programación y métodos para la creación de esta propuesta, fue cada vez más evidente que se requiere de un equipo muy grande para poder construirla, administrarla y protegerla, así como la enorme cantidad de recursos computacionales, de almacenamiento y técnicos requeridos que claramente no es factible resolver en una tesis de licenciatura.

Además de la nula factibilidad de usar el código abierto desarrollado por la ciudad de Helsinki, Finlandia distribuido con la licencia del MIT (Waag Society 2013), que como previamente se había enunciado en esta investigación, funcionaría como el elemento central para su implementación en otras ciudades con escasos recursos, y que su uso representaría una oportunidad significativa para integrarse a un modelo de ciudades inteligentes, mejorando su nivel de competitividad. A pesar de que se trata de un proyecto desarrollado en colaboración con ocho ciudades, todos los esfuerzos se enfocaron en desarrollar una API sobre movilidad, con una concepción de flexibilidad y disponibilidad para desarrollar otros enfoques de manera homogénea.

Revisando los archivos, protocolos y en general el proyecto como tal, fue posible observar que la API y su documentación no están disponibles en los vínculos que proporciona el citySDK-Master, como se muestra en la siguiente ilustración.

Ilustración. Captura de pantalla Dev citySDK



Fuente: Waag.org (2022)

Además, algunas funcionalidades que requieren consultar otros recursos también presentan errores, por lo que en un inicio es necesario subsanar todos estos detalles previamente a pensar en adecuarlo al caso de México. Para poder comprobar esto, se usó el software de Visual Studio Code, el cual permite editar código y visualizar el resultado en un local host que en simples términos se trata de un entorno local que simula el funcionamiento de la aplicación programada en un navegador que se tenga instalado en un ordenador.

La problemática consta de enormes cantidades de datos que se generan en tiempo real, lo cual consume muchos recursos, energía y en general hace poco sostenible una solución de este estilo debido al enorme mantenimiento que conlleva, además de que requiere infraestructura que sea capaz de generar, almacenar y procesar los datos que se requieran analizar, por lo que no solo el desarrollo del software es suficiente para dar inicio al procesamiento. En la siguiente ilustración se muestra una vista previa de la vista principal de esta aplicación con diferentes submenús donde cada uno consulta una API o recurso para mostrar la información de interés en tiempo real o en su versión más actualizada.

Ilustración. Captura de pantalla OpenData Globe

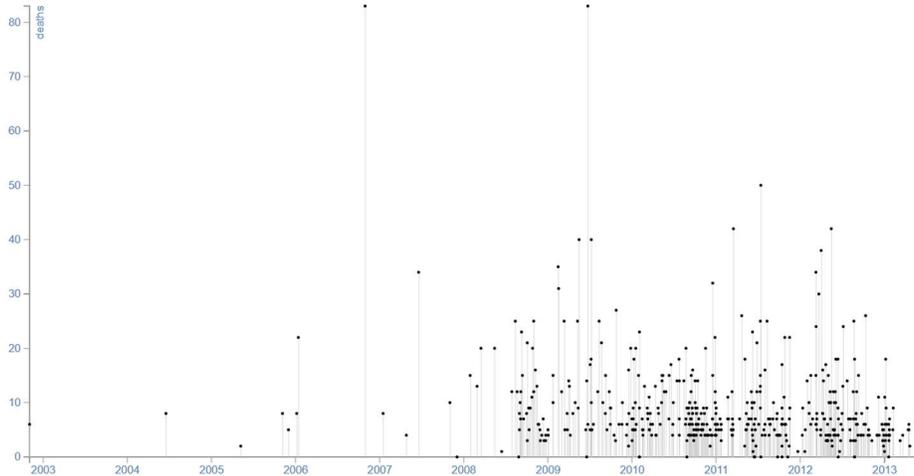


Fuente: citySDK.eu (2022)

Este programa cuenta con algunos archivos demostrativos en los cuales se puede observar el resultado de diferentes consultas en forma de gráficos o reportes como lo ejemplifica la siguiente gráfica que, aunque no cuenta con una descripción o un archivo Readme.md es posible interpretar que muestra datos relacionados con las muertes a lo

largo de un periodo de tiempo asemejando a los datos históricos que podrían ser utilizados para crear una proyección y definir una tendencia.

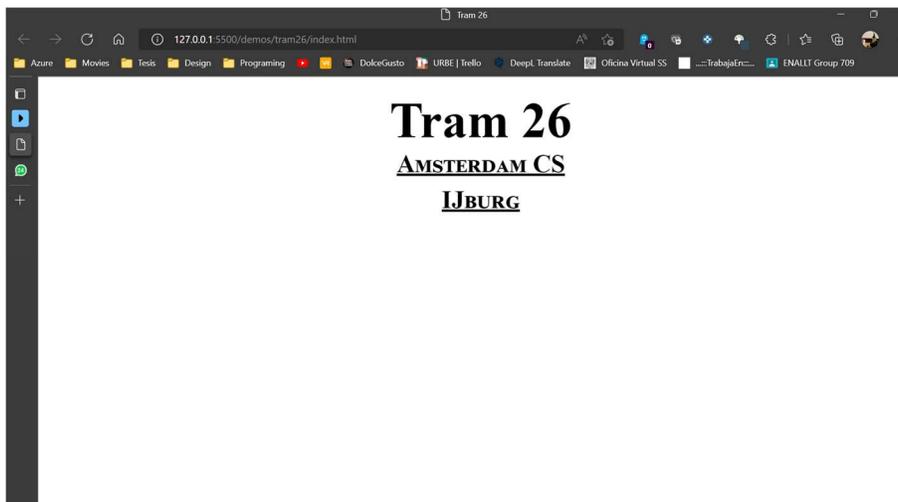
Gráfica. Demo de visualización. Prueba de índice



Fuente: citySDK.eu (2022)

Por último, también se adjunta la siguiente ilustración, donde se capturó la pantalla de la computadora luego de ejecutar una consulta sobre el tramo 26 de un medio de transporte ubicado en Amsterdam y sobre el cual no es posible ver información que resulte de utilidad debido a lo que se comentó previamente sobre la API que no se encuentra disponible al momento de realizar esta investigación.

Ilustración. Captura de pantalla. Consulta tramo 26 Amsterdam



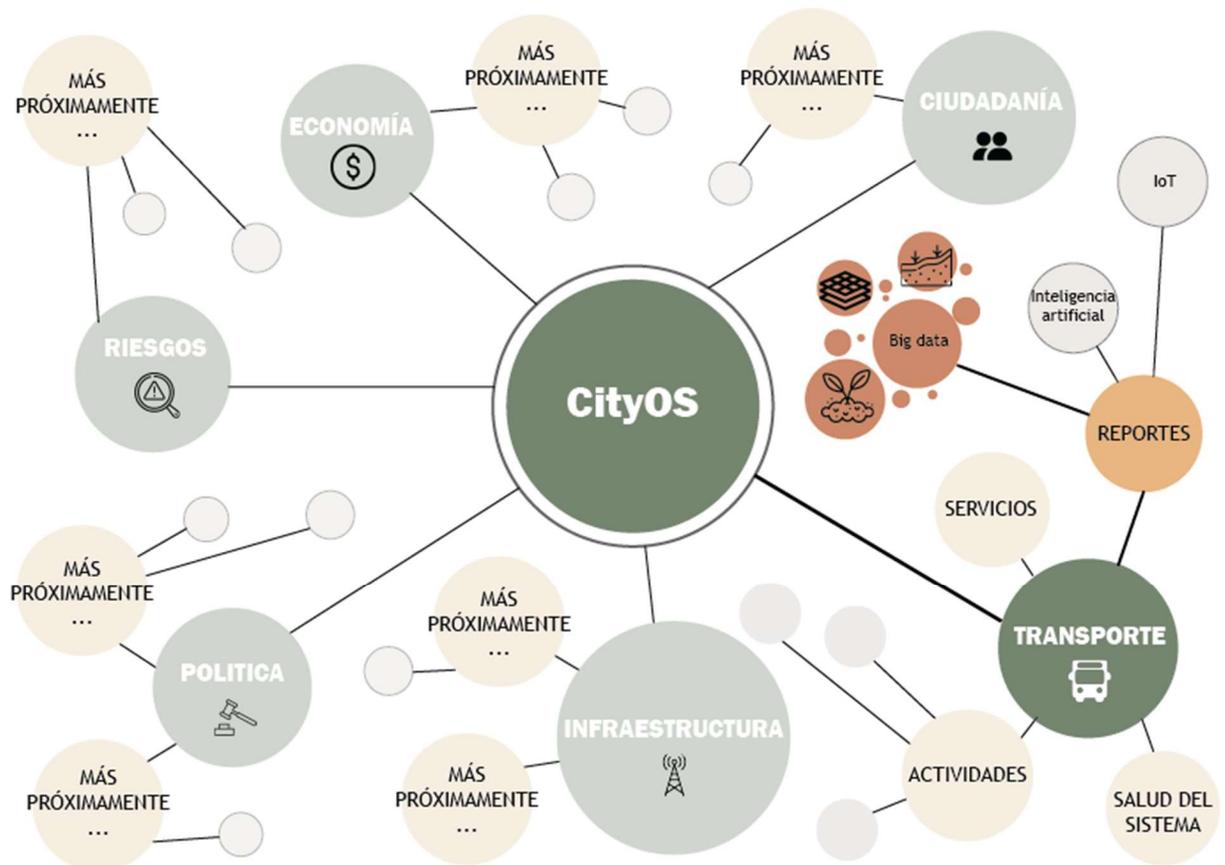
Fuente: citySDK.eu (2022)

Con la intención de que esta investigación no termine meramente como un ejercicio conceptual y exploratorio basado en ideas y discursos de otros trabajos previos, se ha

decidido realizar un ejercicio práctico de Big Data el cual consiste en la consulta de la API de Twitter para la recuperación de reportes de “atropellados” a lo largo de todo México y cuya información puede ser utilizada en programas como el citySDK dentro del apartado de movilidad y donde además al procesarla e interpretarla facilita la toma de decisiones. Por lo tanto, es posible argumentar que representa apenas una pequeña parte de este ecosistema propuesto (cityOS), la cual se enfoca en obtener un resultado en bruto y que facilita identificar el beneficio de integrar estas tecnologías en la planeación urbana.

Continuando la analogía de un ecosistema inteligente para la Ciudad de México, dentro de cada tema o categoría se encontrarán acciones que pueden verse o consultarse, como podrían ser los reportes, el estatus de los servicios y demás. Dentro de la categoría “salud del sistema”, se podrán consultar los procesos de los diferentes sistemas (IoT, AI y Big Data), es ahí donde se conecta este ejercicio, tal como lo muestra la siguiente ilustración.

Ilustración. Vínculo entre ecosistema y ejercicio práctico

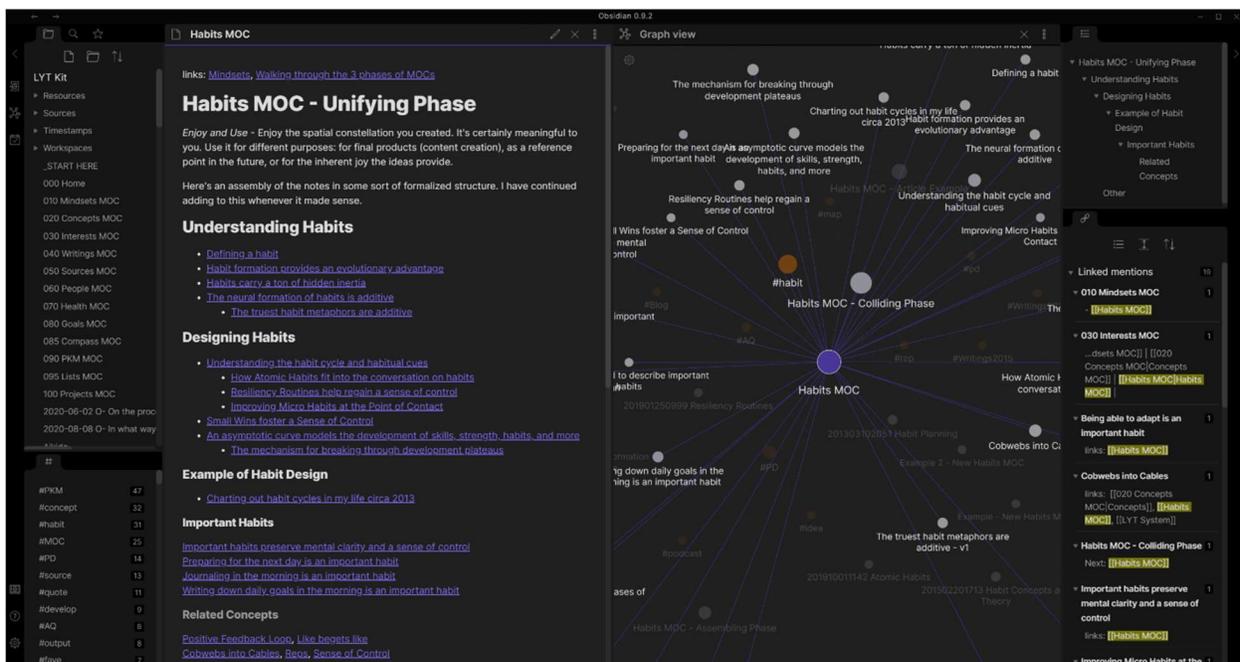


Fuente: elaboración propia (2022)

Una forma sencilla de entender cómo es que este ejercicio se integra al ecosistema cityOS es a través de la distribución de los datos, ya que una vez recopilada y procesada

la información es posible sacarle provecho de diferentes maneras, ya sea por medio de la generación de reportes de accidentes, por procesos de análisis accidental, la organización de los datos a través de una IA, comandos de un programa o de forma manual. Todo esto se puede compaginar con otra información que complemente el análisis requerido cuando se agreguen nuevos protocolos para temas de carácter social, económico u otro relacionado, lo cual con el paso del tiempo incrementará la capacidad analítica y predictiva al interrelacionar información que en primera instancia no pareciera tener relación con el problema, un ejemplo gráfico de esta idea se puede entender como una red neuronal que como se puede observar en la siguiente ilustración, un tema puede interactuar con varios otros más en igual, mayor o menor medida, haciendo más complejo el problema inicial, ya que a final de cuenta, nunca se encuentra aislado y se forma a partir de la convergencia derivada del intercambio de actividades y los distintos sistemas que conforman una ciudad.

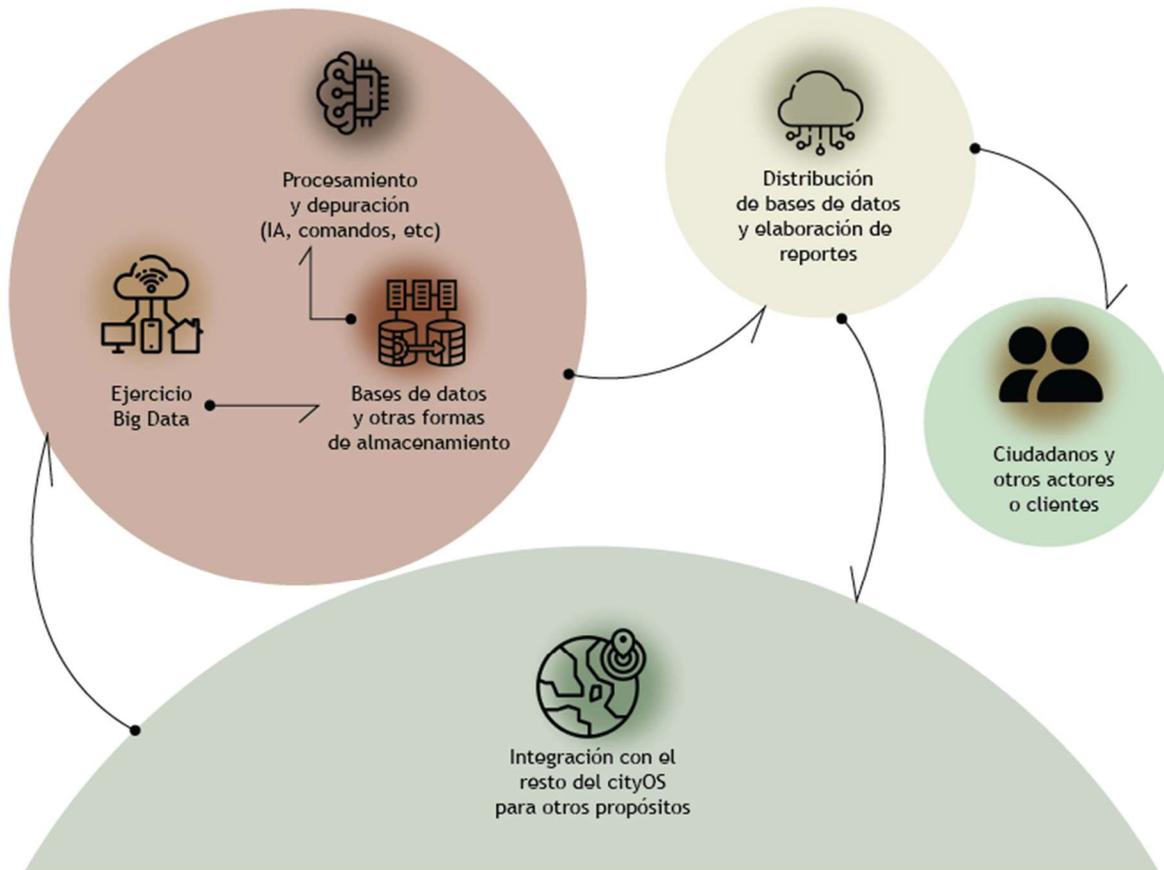
Ilustración. Captura de pantalla, programa obsidian.md



Fuente: Obsidian (2022)

Como la siguiente ilustración muestra, se puede distribuir la información procesada y sintetizada de manera que los ciudadanos y los diferentes actores puedan disponer de la misma y, por otro lado, también se distribuya con el objetivo de que los académicos, estudiantes y personal autorizado pueda elaborar sus propios análisis, conclusiones y posibles alternativas de solución de una manera más sencilla, ayudando en el proceso de planeación desde la participación ciudadana.

Ilustración. Idea de integración del ejercicio práctico al cityOS



Fuente: Elaboración propia (2022)

Para dar inicio formalmente al ejercicio práctico se debe preparar el entorno de trabajo, ya que se requieren varias librerías que posibiliten la descarga, manejo y visualización de los datos recuperados. Existen diferentes formas de hacerlo según el lenguaje de programación seleccionado, sin embargo, para Python se usa comúnmente

```
!pip install <nombre de la librería a instalar>
```

desde la consola, o bien se pueden agregar los archivos tipo `.lib` dentro de la carpeta `Scripts` del proyecto y posteriormente en el editor de código agregar un nuevo *componente* y posteriormente usar el comando

```
import <nombre de la librería>
```

y en el caso de que se requiera un paquete en específico se recurriría a la siguiente expresión

```
import <elemento de interés> as <nombre de una nueva variable>
```

En la siguiente ilustración se puede observar que se instalaron cuatro librerías cuyas funcionalidades nos permitirán trabajar adecuadamente para obtener los resultados deseados.

Ilustración. Instalando librerías necesarias

```
!pip install snsrape
!pip install simplejson
!pip install geopandas
!pip install contextily

Requirement already satisfied: shapely>=1.6 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from geopandas) (1.8.1.post1)
Collecting fiona>=1.8
  Downloading Fiona-1.8.21-cp37-cp37m-manylinux2014_x86_64.whl (16.7 MB)
    | 16.7 MB 397 kB/s
Requirement already satisfied: certifi in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from fiona>=1.8->geopandas) (2021.10.8)
Collecting click-plugins>=1.0
  Downloading click_plugins-1.1.1-py2.py3-none-any.whl (7.5 kB)
Requirement already satisfied: click>=4.0 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from fiona>=1.8->geopandas) (7.1.2)
Collecting munch
  Downloading munch-2.5.0-py2.py3-none-any.whl (10 kB)
Requirement already satisfied: six>=1.7 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from fiona>=1.8->geopandas) (1.15.0)
Requirement already satisfied: setuptools in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from fiona>=1.8->geopandas) (57.4.0)
Collecting cligj>=0.5
  Downloading cligj-0.7.2-py3-none-any.whl (7.1 kB)
Requirement already satisfied: attrs>=17 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from fiona>=1.8->geopandas) (21.4.0)
Requirement already satisfied: python-dateutil>=2.7.3 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from pandas>=0.25.0->geopandas) (2.8.2)
Requirement already satisfied: pytz>=2017.3 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from pandas>=0.25.0->geopandas) (2022.1)
Requirement already satisfied: numpy>=1.17.3 in /usr/local/lib/python3.7/dist-packages (from pandas>=0.25.0->geopandas) (1.21.6)
Installing collected packages: munch, cligj, click-plugins, pyproj, fiona, geopandas
Successfully installed click-plugins-1.1.1 cligj-0.7.2 fiona-1.8.21 geopandas-0.10.2 munch-2.5.0 pyproj-3.2.1
Collecting contextily
  Downloading contextily-1.2.0-py3-none-any.whl (16 kB)
30 s se ejecutó 15:51
```

Fuente: elaboración propia (2022)

Una vez preparado el entorno, el siguiente paso es importar los recursos necesarios y para ello se usa la expresión anterior referente a la importación de un elemento en específico y además la expresión

```
from <elemento de interés> import <función específica>
```

Para que desde las librerías ya insertadas se recuperen funciones particulares que se usarán posteriormente en el código, una de ellas y que es pieza clave en el desarrollo de este código es `geoparseMX`, una función que fue desarrollada por CentroGeo y cuya documentación puede revisarse en la siguiente liga <http://geoparsing.geoint.mx/mx/info/> donde se puede encontrar el servicio web mediante petición HTTP POST igualmente usado en este ejercicio (Unidad de Formación a Distancia, 2022).

En términos generales la función `geoparseMX` recibe una cadena de texto que puede definirse en su totalidad para obtener un solo resultado, o bien, una palabra clave para recuperar aquellos ejemplos en donde se menciona dicha palabra clave. Esto se almacena en una variable llamada "respuesta" y cuyo contenido es tipo `.json()` el cual contiene datos georreferenciados. De esta manera, es necesario identificar las cualidades del archivo para que en el código se solicite la consulta particular de esos datos sobre los que hay interés en obtener. Un ejemplo de este archivo es el siguiente:

```

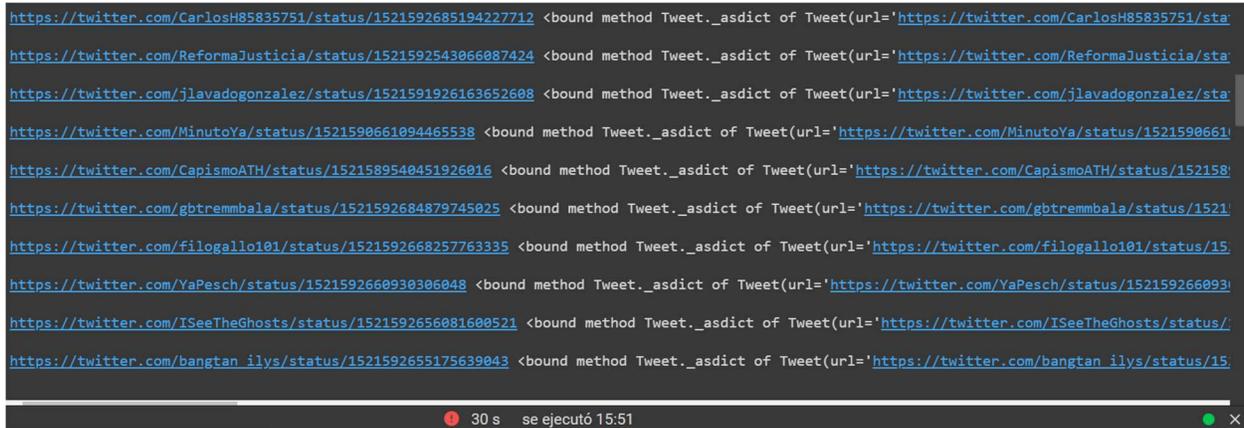
{"labeled": "tweet",
 "entities": [{"index": 1,
  "entity": "ciudad de México",
  "context": "la <START:location> ciudad de México <END> . Saludos",
  "nominatim": [{"address": {"city": "Ciudad de México",
    "country": "México",
    "country_code": "mx",
    "county": "Cuauhtémoc",
    "postcode": "06060",
    "state": "CDMX"},
    "boundingbox": ["19.2726001",
      "19.5926005",
      "-99.2933426",
      "-98.9733416"],
    "category": "place",
    "display_name": "Ciudad de México, Cuauhtémoc,
CDMX, 06060, México",
    "geojson": {"coordinates": [-99.1333416,
      19.4326009],
    "type": "Point"},
    "icon":
"/nominatim/images/mapicons/poi_place_city.p.20.png",
    "importance": 1.144807457730147,
    "lat": "19.4326009",
    "licence": "Data © OpenStreetMap contributors,
    ODbL 1.0. https://osm.org/copyright",
    "lon": "-99.1333416",
    "namedetails": {"alt_name:vi": "Thành phố Mê-hi-
    cô",
    "name": "Ciudad de México",
    "name:ace": "Banda Meksiko",
    "name:af": "Meksikostad",
    ... diferentes traducciones de
    "ciudad de méxico"},
    "osm_id": "62270270",
    "osm_type": "node",
    "place_id": "100010",
    "place_rank": "15",
    "type": "city"}, <---termina address

```

Por motivos meramente demostrativos, solo se agrega la primera parte del archivo, sin embargo, también cuenta con una dirección más precisa del tweet mencionando el estado, la calle, el suburbio, el mensaje o contenido donde se menciona la palabra clave,

el enlace del perfil del usuario que lo publicó y también links externos que se hayan agregado a la publicación, como lo muestra la siguiente ilustración.

Ilustración. Recuperando tweets con la palabra “atropellado”

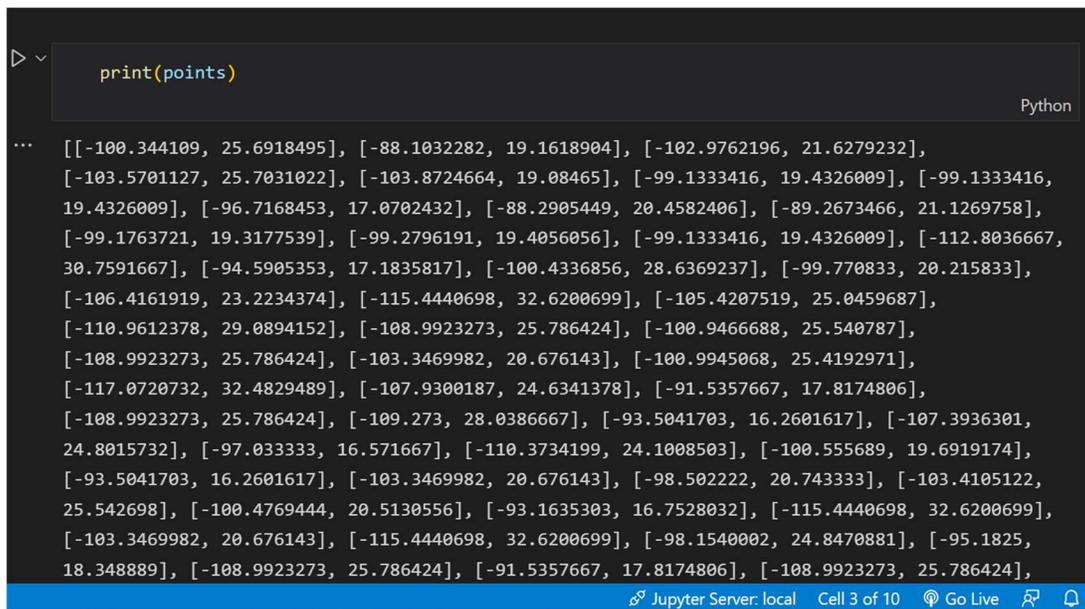


```
https://twitter.com/CarlosH85835751/status/1521592685194227712 <bound method Tweet._asdict of Tweet(url='https://twitter.com/CarlosH85835751/sta
https://twitter.com/ReformaJusticia/status/1521592543066087424 <bound method Tweet._asdict of Tweet(url='https://twitter.com/ReformaJusticia/sta
https://twitter.com/jlavadogonzalez/status/1521591926163652608 <bound method Tweet._asdict of Tweet(url='https://twitter.com/jlavadogonzalez/sta
https://twitter.com/MinutoYa/status/1521590661094465538 <bound method Tweet._asdict of Tweet(url='https://twitter.com/MinutoYa/status/1521590661
https://twitter.com/CapismoATH/status/1521589540451926016 <bound method Tweet._asdict of Tweet(url='https://twitter.com/CapismoATH/status/152158
https://twitter.com/gbtremmbala/status/1521592684879745025 <bound method Tweet._asdict of Tweet(url='https://twitter.com/gbtremmbala/status/1521
https://twitter.com/filogallo101/status/1521592668257763335 <bound method Tweet._asdict of Tweet(url='https://twitter.com/filogallo101/status/15
https://twitter.com/YaPesch/status/1521592660930306048 <bound method Tweet._asdict of Tweet(url='https://twitter.com/YaPesch/status/152159266093
https://twitter.com/ISeeTheGhosts/status/1521592656081600521 <bound method Tweet._asdict of Tweet(url='https://twitter.com/ISeeTheGhosts/status/
https://twitter.com/bangtan_ily/status/1521592655175639043 <bound method Tweet._asdict of Tweet(url='https://twitter.com/bangtan_ily/status/15
```

Fuente: Elaboración propia con base en CentroGeo (2022)

Todos estos datos se van almacenando conforme se recolectan y como continuamente se publican nuevos tweets y algunos de ellos con la palabra “atropellado”, es necesario limitar el número de consultas al menos en este ejercicio, ya que de momento es un ejercicio y no una puesta en marcha de un programa, de manera que se almacenaron los datos en una lista y se delimitó a 20,000 consultas con un tiempo de procesamiento de alrededor de 24 hrs. Por motivos de privacidad y uso de los datos recolectados solo se solicitó en el programa la obtención de las coordenadas geográficas y en la siguiente ilustración se observa una captura de pantalla con la información obtenida.

Ilustración. Captura de pantalla de la respuesta (coordenadas)

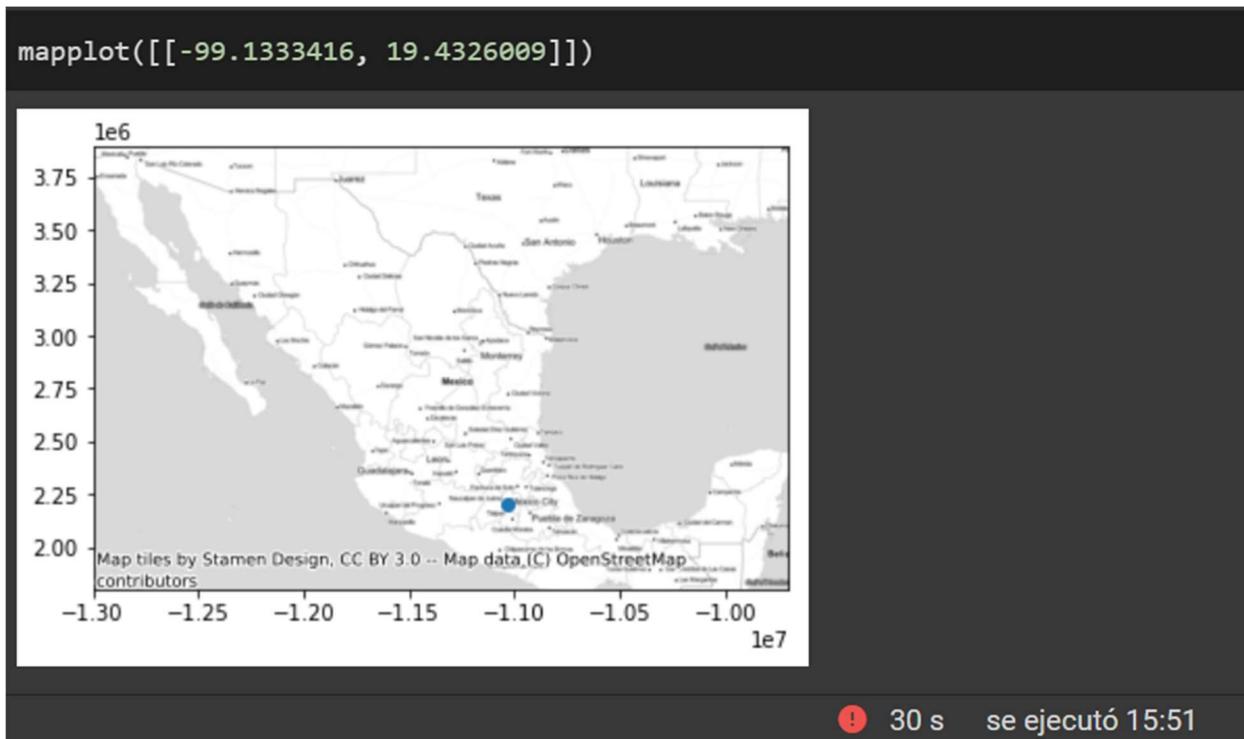


```
print(points)
Python
... [[-100.344109, 25.6918495], [-88.1032282, 19.1618904], [-102.9762196, 21.6279232],
[-103.5701127, 25.7031022], [-103.8724664, 19.08465], [-99.1333416, 19.4326009], [-99.1333416,
19.4326009], [-96.7168453, 17.0702432], [-88.2905449, 20.4582406], [-89.2673466, 21.1269758],
[-99.1763721, 19.3177539], [-99.2796191, 19.4056056], [-99.1333416, 19.4326009], [-112.8036667,
30.7591667], [-94.5905353, 17.1835817], [-100.4336856, 28.6369237], [-99.770833, 20.215833],
[-106.4161919, 23.2234374], [-115.4440698, 32.6200699], [-105.4207519, 25.0459687],
[-110.9612378, 29.0894152], [-108.9923273, 25.786424], [-100.9466688, 25.540787],
[-108.9923273, 25.786424], [-103.3469982, 20.676143], [-100.9945068, 25.4192971],
[-117.0720732, 32.4829489], [-107.9300187, 24.6341378], [-91.5357667, 17.8174806],
[-108.9923273, 25.786424], [-109.273, 28.0386667], [-93.5041703, 16.2601617], [-107.3936301,
24.8015732], [-97.033333, 16.571667], [-110.3734199, 24.1008503], [-100.555689, 19.6919174],
[-93.5041703, 16.2601617], [-103.3469982, 20.676143], [-98.502222, 20.743333], [-103.4105122,
25.542698], [-100.4769444, 20.5130556], [-93.1635303, 16.7528032], [-115.4440698, 32.6200699],
[-103.3469982, 20.676143], [-115.4440698, 32.6200699], [-98.1540002, 24.8470881], [-95.1825,
18.348889], [-108.9923273, 25.786424], [-91.5357667, 17.8174806], [-108.9923273, 25.786424],
```

Fuente: elaboración propia con base en CentroGeo (2022)

Ahora bien, para verificar rápidamente que las coordenadas sean correctas y no existe algún problema con la información previamente recolectada se realiza una prueba por medio de `mapplot`, que es una librería la cual permite la generación de mapas con base en la información que se le de como entrada. Para ello tomamos solo el primer par de coordenadas y lo agregamos como argumento, luego ejecutamos el código y como resultado obtenemos lo contenido en la siguiente ilustración.

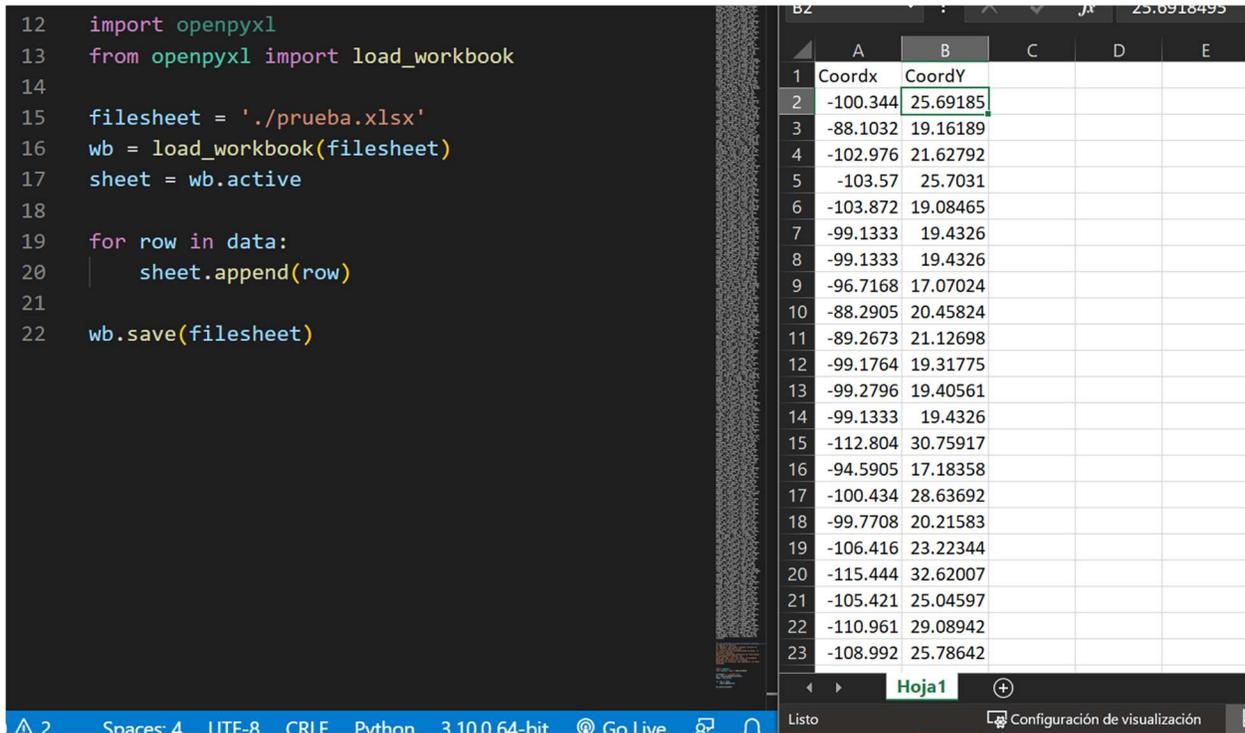
Ilustración. Captura de pantalla sobre el uso de `mapplot` para la creación de mapas con los datos recolectados, prueba 1



Fuente: elaboración propia con base en CentroGeo (2022)

Una vez comprobado que todo está en orden, procedimos a insertar la lista como argumento para `mapplot` para ubicar todos los puntos dentro del mapa para la visualización de éstos, como este código no permite usar otros mapas base o funcionalidades que serían deseadas en algún momento, se optó por facilitar su uso transfiriendo los datos a un archivo Excel mediante la librería de `openpyxl` desde la cual creamos un nuevo documento tipo `.xlsx` y le adjuntamos los datos por columna, de manera que al final las coordenadas ya se encuentren ordenadas y listas para su uso en cualquier otro programa de procesamiento geográfico como QGIS o ArcGIS, tal como se muestra en la siguiente ilustración.

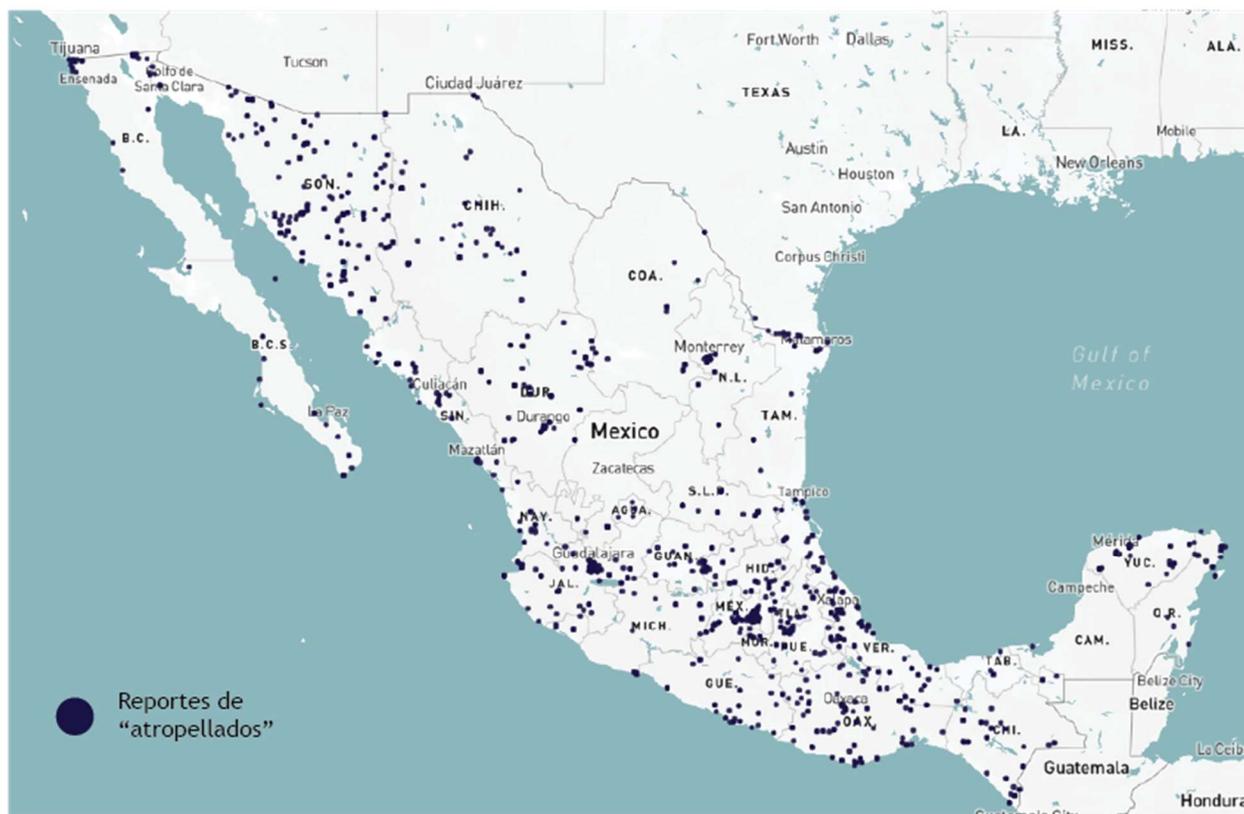
Ilustración. Captura de pantalla sobre la transferencia de datos a un archivo xlsx



Fuente: elaboración propia (2022)

En total se obtuvieron 4,223 reportes de las 20,000 consultas realizadas, lo cual no es suficiente para hablar de big data, ya que para ello hacen falta varios Terabytes de información, sin embargo, gracias a este ejercicio pudieron recuperarse datos actualizados de reportes de atropellados que no requirió una extensa investigación de campo, permitiendo que la mayoría de los esfuerzos se concentren en el análisis de la información y/o su presentación. La siguiente ilustración muestra el mapa resultante con la ubicación de los puntos recuperados.

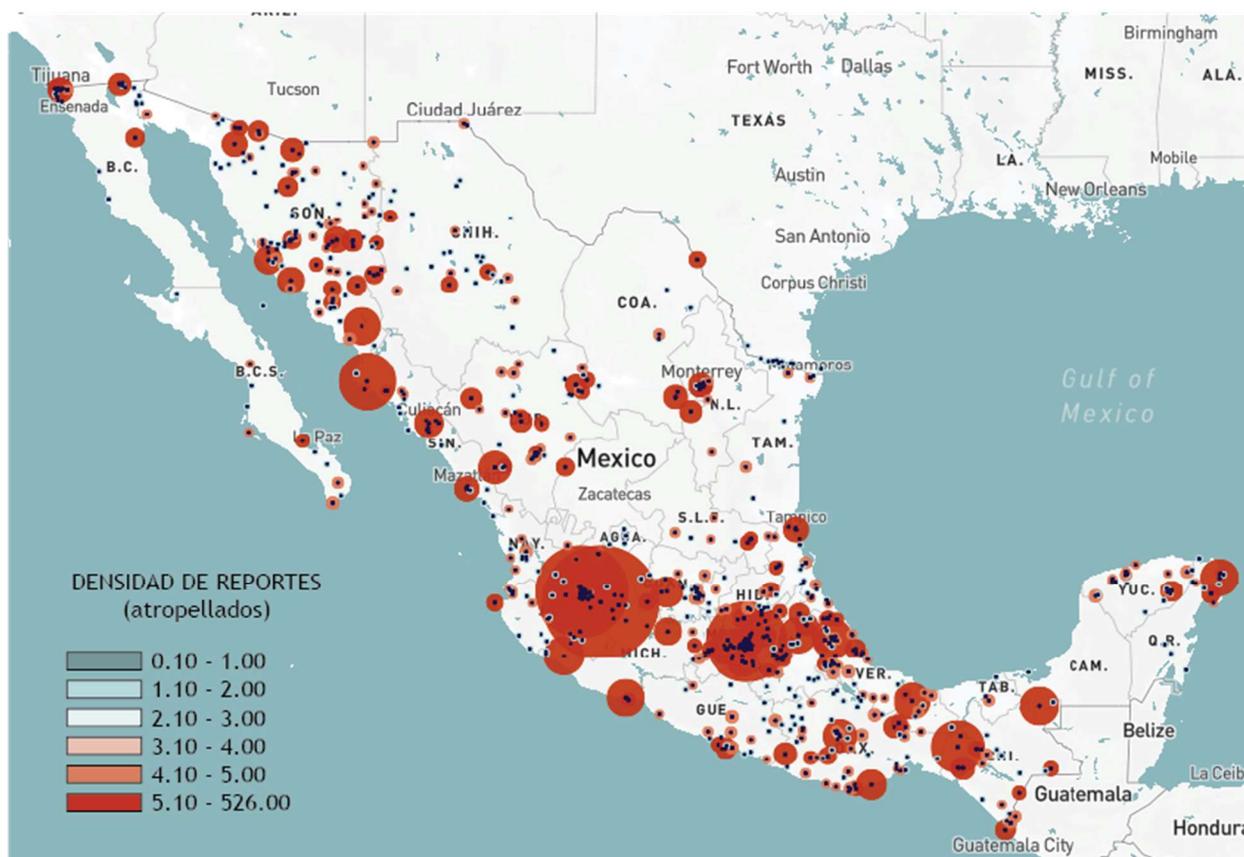
Ilustración. Mapa de reportes puntuales sobre “atropellados”



Fuente: elaboración propia (2022)

A su vez, estos datos se pueden usar para definir más cosas que complementen al análisis en la planeación, identificando concentraciones de accidentes para tomar las medidas preventivas y responsivas en las vialidades o incluso en las políticas públicas para reducir la ocurrencia de estos eventos o en su caso atender las necesidades médicas que se deriven. Un ejemplo de ello es la siguiente ilustración que nos muestra la concentración de los reportes de “atropellados” permitiéndonos conocer las diferentes áreas del territorio donde ocurrieron más accidentes en un mismo cuadrante al momento de realizar la consulta.

Ilustración. Mapa de concentración de puntos (reportes de atropellados)



Fuente: elaboración propia (2022)

Hablando propiamente de la interpretación del mapa se puede argumentar que la zona central de México comprendida por los estados de Guadalajara y Ciudad de México cuentan con el mayor número de reportes con respecto al resto del país, sin embargo, en segunda posición se encuentra Jalisco, Mazatlán y Oaxaca.

Hace falta información que complementa este análisis, como lo podría ser la condición de calidad de las vialidades, tipo de vialidad, edad promedio de la población y otros factores que facilitarían el entendimiento de posibles razones que causaron el siniestro. A pesar de esto, la información da pie para formular este tipo de preguntas, priorizar esfuerzos y conocer el estado reciente del entorno en el que viven los ciudadanos mexicanos. Hay que recordar que este es un ejercicio breve y que representa apenas una porción pequeña de las múltiples oportunidades y ventajas que la tecnología puede ofrecer en el ámbito urbano.

## *Limitaciones de su uso*

Así como los beneficios, las varias virtudes y el amplio potencial de un ecosistema cityOS, también existen distintos elementos a tomar en consideración al proponer un proyecto de esta índole y que podrían ser definitorios para el éxito de su instrumentación y puesta en marcha.

Sobre las limitaciones sociales, hay que entender la perspectiva de los ciudadanos y los diferentes grupos de edad, donde algunos no están del todo involucrados en el área tecnológica al haber lidiado con los sistemas análogos tradicionales para la realización de trámites y servicios públicos, por ejemplo. Por otro lado, existen muchas dudas sobre la privacidad y el uso de los datos, ya que el miedo latente a estar expuestos es una de las grandes problemáticas de los sistemas tecnológicos y bases de datos, donde se debe hacer estricto hincapié en su cuidado mediante buenas prácticas de tratamiento de estos. Dependiendo de la resolución de esta situación y la demostración de los altos niveles de seguridad es posible que el nivel de aceptación sea favorable para que se integre este y otros sistemas relacionados de una manera más armónica y sostenible con el respaldo y aprobación de la población. Existen muchos otros temas como lo es la perspectiva de género, la inclusión de grupos vulnerables, el ámbito político que está relacionado de manera estrecha al sistema social y demás, sin embargo, se comentan en un principio las limitaciones más grandes o a las que se les confiere mayor peso en este caso.

Sobre las limitaciones ambientales, que no se abordaron en gran profundidad pero que vale la pena mencionar, se encuentran los fenómenos referentes al incremento de la temperatura de los equipos. Así como cualquier aparato electrónico, un centro de datos también suele llegar a temperaturas significativamente altas cuando se estresan los componentes al disponer de tareas demandantes como lo es el almacenamiento de grandes cantidades de información, distribución de servicios y demás, lo cual se traduce en un gran problema ya que para asegurar un rendimiento óptimo es necesario encontrar una manera de reducir esta temperatura. Existen diversas maneras de refrigeración como lo es el uso de ventiladores, pastas térmicas, refrigeración líquida y demás, sin embargo, este proceso de refrigeración sumado a las labores del centro de datos como tal confieren un enorme consumo energético y esto a su vez emana de manera indirecta emisiones de carbono a la atmósfera.

Ya se ha procurado incursionar en nuevas maneras de reducir el impacto ambiental de los centros de datos mediante alternativas que reduzcan los costos y sigan proporcionando el mismo nivel de seguridad y disponibilidad de los recursos y servicios que proporcionan, tal es el caso del Project Natick que desplegó un centro de datos en el océano pacífico, cerca de las Islas del Norte a 35 metros de profundidad reduciendo los gastos de refrigeración significativamente aunque con un rendimiento menor a lo esperado (Roach, 2020). En añadidura se podrían enunciar problemáticas referentes al despliegue de la nueva infraestructura que se necesitaría como lo es la generación de residuos urbanos a razón de los empaques de los nuevos equipos, el consumo de terreno no urbanizado y demás que se van agregando y que sin lugar a duda es un tema que da para argumentar.

Sobre las limitaciones tecnológicas y de infraestructura, como se ha observado en distintas ocasiones, se puede concluir que México se encuentra mejor posicionado con respecto al panorama tecnológico de lo que se hubiera pensado, sin embargo el tema tecnológico y de infraestructura sigue siendo un elemento que requiere mucha atención ya que los esfuerzos de investigación e innovación no han logrado mantener un progreso lineal ascendente sino que aún se siguen realizando sprints o programas temporales, por lo que la falta de continuidad de los

proyectos a mediano y largo plazo no permiten que maduren significativamente como para poder observar resultados más contundentes.

Por otro lado, así como ocurrió con el caso del citySDK distribuido por el gobierno de Helsinki, es probable que el mantenimiento de estos recursos resulte complicado y esto podría ser un detonante para cerrar el programa evitando su evolución, por lo que se necesitan tomar varias estrategias y precauciones que favorezcan y aseguren el desarrollo del ecosistema de manera que los avances y en general el desarrollo del proyecto no se pierdan para futuras iteraciones, reestructuraciones de las estrategias o adaptaciones que otras ciudades hagan para beneficiarse en igual medida.

Sobre las limitaciones económicas, y relacionado con las limitantes anteriores, cualquier esfuerzo o gasto público dedicado al uso, desarrollo e instrumentación de un ecosistema inteligente dentro de la ciudad supone un enorme esfuerzo, por lo que es probable que se descuiden otros sectores como podría ser el de turismo, educación, vivienda popular, salud, entre otros, por lo que al crear una propuesta de inversión o gasto referente a este ecosistema se debe ser en extremo precavido para no incurrir en gastos innecesarios, reducir las pérdidas y conformar el gasto por etapas conforme avance el proyecto, para evitar que a otros sectores se vean afectados debido a eventualidades no previstas. Sin embargo, cabe aclarar que conforme pase el tiempo se habrá observado un ahorro, llegando a un punto de equilibrio y posteriormente a un momento de ganancias que podrán incrementar el presupuesto de este y otros sectores, por lo que vale la pena procurar la parte económica como un eje posibilitador a largo plazo.

En cuanto al ejercicio práctico, se puede sintetizar que las limitaciones se basan principalmente en la disponibilidad de las API's o recursos que se consulten en caso de formar parte de la propiedad de un tercero, aunque se trate de un código libre. Por otro lado, aunque el programa funcione correctamente existe la limitante de la infraestructura que es la encargada de la generación de la información que alimentaría al mismo, por lo que se necesitaría crear un plan para la puesta en marcha de la integración de los sensores, dispositivos y otros instrumentos que permitan medir y enviar la información.

Gracias a que hoy en día ya se disponen distintas tecnologías que posibilitan su aprovechamiento para el monitoreo urbano, es posible reducir los gastos para el inicio de las operaciones a través del uso de satélites y servicios de privados como lo podría ser la nube de Azure o Amazon (AWS), sin embargo, para una mejor integración con los dispositivos en las ciudades mexicanas sería necesario migrar algunos de esos sistemas hacia el entorno local o una nube pública gubernamental que facilite la personalización de las funcionalidades que sean requeridas según se observe.

Culminando con este análisis de resultados, es necesario mencionar que para ejecutar o replicar el ejercicio práctico se deben tener conocimientos previos de programación Java y/o Python, mientras que por otro lado, en caso de considerar llevar a cabo la implementación de un ecosistema tecnológico para la ciudad, será necesario comprender distintos conceptos referentes a la informática en la nube y bases de datos, por lo que esto podría ser un impedimento para cualquier persona interesada en replicar este ejercicio que de principio no cuente con los conocimientos necesarios.

## IV. Conclusiones

A lo largo de esta investigación y análisis exhaustivo sobre el revuelo que las nuevas tecnologías están provocando, los cambios que han producido a la forma de hacer ciudad y cómo es que muchos nuevos servicios se han comenzado a desplegar a favor del beneficio de la población en general, es posible argumentar que se ha logrado cumplir con el objetivo general de esta tesis, ya que se evaluaron las condiciones actuales y se lograron identificar algunas de las principales limitantes para la instalación de un modelo de Smart Cities en el caso de la Ciudad de México.

Vale la pena destacar que, además, se pudo observar el nivel de factibilidad y contribución a los procesos de planeación que las nuevas tecnologías prometen hoy en día y que en cierta medida ya han revelado un nuevo panorama de las diferentes ventajas comparativas sobre la generación de datos actualizados, aunque de momento se haya limitado a un análisis interpretativo y cualitativo debido a la enorme cantidad de variables que se añaden al contexto de este caso de estudio mexicano.

Está claro que no es imposible realizar un estudio cuantitativo, sin embargo, su elaboración supone una mayor profundidad de conocimientos técnicos en el área de tecnología y un enfoque encaminado a la medición y cuantificación de una parte específica de la infraestructura junto con su impacto social, económico, político y ambiental en el territorio, por lo que se exhorta a realizar este trabajo como parte crucial en la actualización de los diversos sistemas tecnológicos que influyen en otras esferas del conocimiento.

Ahora bien, hay que comentar que de los objetivos específicos que fueron planteados al inicio del documento se lograron completar cada uno de ellos, concluyendo que las acciones de innovación tecnológica durante los últimos 5 años no han generado resultados contundentes ya que muchos de esos ejercicios y pruebas piloto no contaron con un plan de readaptación según la evaluación de las actividades, lo que habría permitido que hubiera continuidad del trabajo previo, además de que múltiples investigaciones rara vez retoman los avances alcanzados de ejercicios anteriores como base primordial de un nuevo ejercicio.

Desde luego que podría haber conflicto de intereses de acuerdo con los derechos de autor, obligando en cierta medida a realizar una investigación propia que si puede estar respaldada por parte del trabajo de cualquier proyecto que se haya realizado previamente, más esta burocracia reduce la capacidad de evolucionar un proyecto hacia un nuevo paradigma, por lo que valdría la pena reconsiderar que los esfuerzos de investigación y desarrollo tuvieran la posibilidad de recibir comentarios, propuestas de actualización y mejoras que provengan de ciudadanos interesados en participar, una idea que ya está puesta en práctica dentro de GitHub, una plataforma que funciona como un sitio de intercambio de conocimientos y proyectos de desarrollo tecnológico que posibilita que diversos proyectos evolucionen, se repliquen con facilidad y que, derivado de ello se agilice el trabajo que incluso está en constante evolución.

No obstante, hay que destacar que si existen proyectos en la Ciudad de México con más éxito que otros, donde inclusive han logrado originar proyectos de gobierno para la modernización de los sistemas de transporte, como es el caso del sistema de transporte colectivo Metrobús, donde ahora se tiene un mayor control de las rutas y deja a disposición del usuario más información de la que hace unos años contaba ya que en la actualidad los usuarios pueden conocer el tiempo de espera hasta que llegue la siguiente unidad a la estación, además de que comparten los datos de la posición de cada unidad a lo largo de un periodo, los tiempos de espera y demora, entre otros que facilitan el análisis de su funcionamiento.

Al analizar en retrospectiva el resto de los objetivos específicos de este trabajo fue posible comprender las distintas limitantes que comprende el caso de estudio sobre la instalación de un modelo de ciudad inteligente, ya que hay algunos elementos a tomar en consideración, como es el caso de las condiciones de vida de los ciudadanos cuyas condiciones laborales y los altos índices de pobreza persisten a lo largo de los años a pesar de los múltiples esfuerzos por erradicar esta situación y que podrían tender a incrementarse debido a procesos de segregación que las nuevas tecnologías inducirán debido a la alta especialización que podría ser requerida para beneficiarse del entorno digital, algo que sabemos que puede llegar a ser complejo, ya que el índice de personas con estudios superiores o de posgrado es mínimo. De cualquier manera, la inclusión de la tecnología es inevitable, pero en cierta magnitud y con cierto enfoque podemos concluir que puede llegar a ser una herramienta muy útil para diferentes propósitos, más es importante manejarla con cuidado, de manera que realmente permita aprovechar mejor los recursos disponibles y conforme a lo anterior, represente un beneficio colectivo a gran escala.

Por otro lado, su contribución a los procesos de planeación y ordenamiento territorial es enorme debido a su amplio alcance de análisis por medio de satélites, dispositivos electrónicos y muchas otras cosas que se van desagregando, permitiendo nuevas ventajas comparativas al estadio anterior de la planeación, donde ahora con algunas líneas de código y un poco de tiempo se pueden obtener muchos datos del territorio sin la necesidad de realizar visitas de campo, lo cual se traduce en ahorro de recursos públicos que podrán destinarse para resolver otras problemáticas y/o mejorar el equipo con el que ya se cuenta para el análisis territorial, impulsar el desarrollo de proyectos tecnológicos y demás.

Esto también se considera como una de sus fortalezas, ya que al disponer de los servicios en la nube es posible intercambiar la información en tiempo récord, almacenar grandes cantidades de datos y ofrecer nuevos servicios que complementen mejor a las nuevas rutinas de los diferentes actores, además de otorgar tranquilidad de la disponibilidad de los recursos frente a eventos no previstos que podrían derivar en la pérdida de información y que respaldarían los datos conforme a los servicios de replicación de datos en diferentes zonas de disponibilidad.

El concepto de adjuntar a la Ciudad de México a un esquema de Smart City, por otro lado, destacó que todavía se requieren muchas más consideraciones que son particulares de cada sistema (económico, social, político, ambiental, tecnológico, entre otros), la reconfiguración del entorno de trabajo que formará la base sobre la que se construirán el resto de las funcionalidades, dónde se conectarán los diferentes servicios y recursos y cómo es que los usuarios podrán visualizar la información correspondiente, por lo que incluso aún después de finalizar la programación y las pruebas de testeo seguirá requiriendo mejoras continuas, por lo que el mantenimiento de estos sistemas es otra parte para tomar en cuenta.

A pesar de ello, el ejercicio práctico ha mostrado que los servidores públicos correspondientes se podrán beneficiar en gran medida de las nuevas tecnologías al disponer de una alternativa para obtener información actualizada que se adiciona a las herramientas con las que ya cuentan, complementando el análisis urbano con información generada desde los ciudadanos, la cual les permitirá enfocarse en mayor medida a la elaboración de políticas públicas, estrategias de gobernanza y planeación de acciones contundentes basadas en un panorama más amplio, facilitando la toma de decisiones, la reducción de gastos económicos y temporales, agilizando su quehacer profesional sin necesidad de realizar una inversión fuerte.

Por otro lado, el sector privado, los prestamistas y otros actores con interés en este proyecto de inclusión de sistemas tecnológicos en la ciudad observarán distintos beneficios dependiendo del tipo de actor y sector al que pertenecen, por ejemplo, en el caso del sector privado, las empresas de tecnología, desarrollo de software y de infraestructura tendrán una enorme oportunidad laboral mediante acuerdos, licitaciones que se realicen para las distintas actividades que lo requieran y al mismo tiempo se beneficiarán de la nueva infraestructura que llegue a instalarse, lo que además incentivará las inversiones transnacionales y nacionales al ofrecer un ambiente con mejores prestaciones, conectividad y muchos otros beneficios derivados de un entorno competitivo.

Aún es un reto simplificar los datos generados, estandarizarlos de forma que sean fáciles de entender y se distribuyan bajo el mismo esquema organizativo agilizando muchos de los procesos administrativos, sin embargo, el mayor de los esfuerzos recae en el tratamiento de los datos de manera que sea amigable para los ciudadanos de manera que puedan contar con una herramienta versátil que les permita visualizar y manipular información relevante para sus actividades cotidianas con una curva de aprendizaje menor a pesar de que pudiera tratarse de una exploración autónoma, lo cual se traducirá en grandes beneficios al incrementar los niveles de transparencia de los datos, una mejor integración ciudadana con el sector público y un mejor entendimiento del gasto ejercido en cada sexenio, su impacto ambiental, las áreas de cobertura de los proyectos, alternativas de rutas para llegar a sus destinos, entre mucha otra información que la población dispondrá conforme se añadan las correspondientes funcionalidades.

Es entonces cuando podemos argumentar que la factibilidad de implantar un modelo Smart en la Ciudad de México es algo verdaderamente posible ya que considera muchas de las condiciones óptimas para que se desarrolle y crezca con el paso del tiempo, sin embargo, esta implementación sigue siendo lenta pero constante y aunque la mayoría de estos esfuerzos se enfocan en los medios de transporte integrados (metro, Metrobús, cablebús, etc) así como otros servicios y trámites digitales, su alcance es reducido en la actualidad, por lo que muchas áreas se mantienen en una posición de rezago o desatendidas, por lo que dicho modelo si fuera replicado en otras ciudades mexicanas, tendría que limitarse a aquellas con un desarrollo urbano mejor consolidado como podría ser Guadalajara o Monterrey en concordancia con el Sistema Nacional de Ciudades (2018), mientras que en otras ciudades con mayor inclinación hacia lo rural o actividades primarias, sería una tarea realmente complicada por la falta de infraestructura que es indispensable para el correcto funcionamiento del ecosistema, más es preciso mencionar que el uso de algunas tecnologías si podrían verse involucradas en un ambiente rural para supervisar los cultivos, una de las aplicaciones más populares en estos casos.

Las tendencias en la era digital nos indican que en algunos años nos encontraremos en un mayor nivel de eficiencia en los diferentes medios de transporte, pero dependerá de la evolución de las tecnologías, los niveles de aceptación popular de las mismas y de las normas que permitan mantener o incrementar los niveles de seguridad y confiabilidad de los diferentes sistemas. Sobre todo, hay que mencionar que México requiere una gran inversión en infraestructura para poder generar datos desde sensores, radares y otros sistemas que se han mencionado en este trabajo, lo que además ayudará a mejorar la conectividad y velocidad de redes de telecomunicaciones que permitan la transmisión de estos datos.

En realidad, la adición de un modelo Smart a la Ciudad de México aún representa un gasto público significativo, sin olvidar que como cualquier ciudad, en esta las necesidades y problemáticas particulares de los diferentes sistemas urbanos como lo son el bajo aprovechamiento y nivel de escolaridad promedio, los conflictos con grupos de narcotráfico, la alta tasa de desempleo y el alto nivel de pobreza, hacen que instalar un programa Smart no sea la mejor respuesta para atender las condiciones de la calidad de vida de las personas.

Aunque existe una gran posibilidad de agregarse a un ecosistema de este estilo, y con ello una enorme oportunidad para mejorar sus condiciones de vida y planeación urbana, en el momento de desarrollo de esta tesis se concluye que no es factible desarrollar una solución de este estilo sin incrementar el grado de segregación y rezago entre ciudades, más con la gran presión extranjera y del área de tecnología se podría esperar que llegue a instalarse un ecosistema digital a lo largo de los próximos años, sobre todo si es que se les da continuidad a trabajos, investigaciones y otros esfuerzos relacionados que estén encaminados a hacer de la tecnología una herramienta más accesible, descubriendo nuevas aplicaciones y dispositivos que mejoren el funcionamiento de las ciudades.

## V. Referencias

- Ajuntamiento de Barcelona. (2017). *Plan digital del Ajuntamiento de Barcelona, Medida de gobierno para la digitalización abierta: software libre y desarrollo ágil de servicios en la administración pública. Guía de compra pública de TIC de l'Ajuntament de Barcelona. Pág. 8-34*. Recuperado el 5 de diciembre de 2021, de [https://ajuntament.barcelona.cat/digital/sites/default/files/LE\\_MesuradeGovern\\_ESP\\_9en.pdf](https://ajuntament.barcelona.cat/digital/sites/default/files/LE_MesuradeGovern_ESP_9en.pdf)
- APPA. (2018). *Estudio del Impacto Macroeconómico de las Energías Renovables en España. Asociación de Empresas de Energías Renovables. Pág. 6, 14-19, 50-135*. Recuperado el 3 de febrero de 2022, de [https://www.appa.es/wp-content/uploads/2019/10/Estudio\\_del\\_impacto\\_Macroeconomico\\_de\\_las\\_energias\\_renovables\\_en\\_Espa%C3%B1a\\_2018\\_vff.pdf](https://www.appa.es/wp-content/uploads/2019/10/Estudio_del_impacto_Macroeconomico_de_las_energias_renovables_en_Espa%C3%B1a_2018_vff.pdf)
- Ávila, A. (2020). *Inteligencia Artificial; más allá del ser humano. Revista Semana*. Recuperado el 12 de junio de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=dOs79NUzZYI>
- Banco Mundial. (2022). *BIRF - AIF. Visión de conjunto sobre Singapur. Indicadores económicos y sociales*. Recuperado el 22 de 07 de 2022, de <https://datos.bancomundial.org/pais/singapur>
- Banco Mundial. (2022). *Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) - Singapur*. Recuperado el 24 de 07 de 2022, de <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.xpd.RSDV.GD.ZS?locations=SG>
- Barrios, R. G. (2022). *¿Qué son los PRONACES? Centro Regional de Investigaciones Multidisciplinarias, UNAM. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT)*. Recuperado el 19 de julio de 2022, de <https://conacyt.mx/que-son-los-pronaces/>
- BID, B. I. (2020). *Respuestas al COVID-19 desde la ciencia, la innovación y el desarrollo productivo. Pág. 10*. (T. e. División de Competitividad, Ed.) Recuperado el 21 de abril de 2021, de <https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/Respuestas-al-COVID-19-desde-la-ciencia-la-innovacion-y-el-desarrollo-productivo.pdf>
- Burgasí Delgado, D. D. (2021). El diagrama de Ishikawa como herramienta de calidad en la educación: Una revisión de los últimos 7 años. *Tambara*(84), 1212-1230. Recuperado el 19 de febrero de 2022, de [http://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA\\_FINAL-PDF.pdf](http://tambara.org/wp-content/uploads/2021/04/DIAGRAMA-ISHIKAWA_FINAL-PDF.pdf)
- CAF. (2022). *Explorar sobre CAF. Banco de Desarrollo de América Latina*. Recuperado el 10 de marzo de 2022, de <https://www.caf.com/es/sobre-caf/>

- CAIINNO. (2015). *Índice Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Centro de Análisis para la Investigación en Innovación, A.C.* Recuperado el 19 de febrero de 2022, de <https://www.caiinno.org/wp-content/uploads/2016/01/INCTI-CAIINNO2015.pdf>
- Castells, J. B. (2000). *Local y global. La gestión de las ciudades en la era de la información.* (S. S. C.V., Ed.) Recuperado el 1 de febrero de 2022, de <https://bibliodiarq.files.wordpress.com/2015/04/borja-j-y-castells-m-local-y-global-la-gestic3b3n-de-las-ciudades-en-la-era-de-la-informacic3b3n.pdf>
- Castells, M. (1996). *La era de la información, Economía, sociedad y cultura. Vol. 1. México siglo XXI. Pág. 1, 3 y 9.* Recuperado el 3 de febrero de 2021, de <https://revolucioncantonal.net.files.wordpress.com/2018/02/volumen-1-la-sociedad-red.pdf>
- CEFP. (2018). *Caracterización del mercado laboral en México. Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo, ENOE - Primer trimestre 2017 y 2018. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. PP: 9, 12, 61-69.* Recuperado el 22 de 07 de 2022, de [https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/presentaciones/2018/eno1/09\\_CdM.pdf](https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/presentaciones/2018/eno1/09_CdM.pdf)
- Chan, G. S. (2020). *Unidad de formación a Distancia, Gic Genesis, CONACYT, Centro Geo.* Recuperado el 20 de noviembre de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=PCflMekHxII>
- Chew, V. (2004). *History of urban planning in Singapore. Singapore Infopedia. National Library Board. Government of Singapore.* Recuperado el 3 de noviembre de 2021, de [https://eresources.nlb.gov.sg/infopedia/articles/SIP\\_1564\\_2009-09-08.html](https://eresources.nlb.gov.sg/infopedia/articles/SIP_1564_2009-09-08.html)
- CISCO. (2014). *IoE-Driven Smart City Barcelona Initiative Cuts Water Bills, Boosts Parking Revenues, Creates Jobs & More. Jurisdiction Profile. BCN Smart City.* Recuperado el 12 de noviembre de 2021, de [https://www.cisco.com/c/dam/m/en\\_us/ioe/public\\_sector/pdfs/jurisdictions/Barcelona\\_Jurisdiction\\_Profile\\_final.pdf](https://www.cisco.com/c/dam/m/en_us/ioe/public_sector/pdfs/jurisdictions/Barcelona_Jurisdiction_Profile_final.pdf)
- COATS. (2015). *Moving the midlands 2040 long range transportation plan. Columbia Area Transportation Study. Planning and investing in our future, 30 year transportation plan.* Recuperado el 8 de septiembre de 2021, de <https://centralmidlands.org/wp-content/uploads/2040-LONG-RANGE-TRANSPORTATION-PLAN-APPROVED-AUGUST-27-2015.pdf>
- Cocchia, A. (2014). *Smart and Digital City: A Systematic Literature Review. Pág. 13-43. Citado por Sánchez, Xavier Sánchez en Tracking the Smart City (https://iglus.org/tracking-the-smart-city/).* (S. I. Switzerland, Ed.) doi:10.1007/978-3-319-06160-3\_2

- CONACYT. (2015). *Lineamientos técnicos para el Repositorio Nacional y los repositorios institucionales*. Recuperado el 10 de febrero de 2022, de <https://www.siicyt.gob.mx/index.php/normatividad/conacyt-normatividad/conacyt/1499-lineamientos-tecnicos-para-el-repositorio-nacional-y-los-repositorios-institucionales/file>
- CONACyT. (2021). *Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021 - 2024*. Recuperado el 25 de agosto de 2022, de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5639501&fecha=28/12/2021](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639501&fecha=28/12/2021)
- CONACYT. (2022). *Ecosistema Nacional Informático de Salud (ENI-Salud)*. Recuperado el 11 de febrero de 2022, de <https://salud.conacyt.mx/>
- CONEVAL. (2020). *Estadística de pobreza en la Ciudad de México*. Recuperado el 22 de 07 de 2022, de <https://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/DistritoFederal/Paginas/principal.aspx>
- COPARMEX. (2021). *Panorama económico - Junio 2021*. Recuperado el 20 de septiembre de 2021, de <https://coparmexnl.org.mx/2021/06/07/panorama-economico-junio/#:~:text=Mejoran%20pron%C3%B3stico%20para%20M%C3%A9xico,de%204.8%25%20a%206%25.>
- Cortezo, J. R. (2001). *Introducción a la prospectiva: Metodologías, fases y exploración de resultados. Prospectiva tecnológica, Economía industrial No. 342 / VI. Página 2*. Recuperado el 25 de agosto de 2022, de <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/342/1JesusRodriguez.pdf>
- Cox, W. (2017). *America's Densest Cities, Huffpost, BuzzFeed, Inc*. Recuperado el 9 de septiembre de 2021, de [https://www.huffpost.com/entry/americas-densest-cities\\_b\\_5888424](https://www.huffpost.com/entry/americas-densest-cities_b_5888424)
- Del Pozo, C. M. (2020). *Agenda Nacional Mexicana de Inteligencia Artificial. México: IA2030Mx Pp. 16,,17, 77-80 y 95*. Recuperado el 12 de marzo de 2022, de <https://ia-latam.com/wp-content/uploads/2020/09/Agenda-Mexicana-de-IA-2020.pdf>
- Diario Oficial de la Federación. (2020). *Acuerdo por el cual se expide el programa institucional 2020-2024 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Última reforma publicada en el DOF el 23 de junio de 2020*. Recuperado el 8 de julio de 2021, de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5595309&fecha=23/06/2020&print=true](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595309&fecha=23/06/2020&print=true)

- Diario Oficial de la Federación. (2020). *Acuerdo por el que se expide el Programa Institucional 2020-2024 del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Última Reforma publicada en el DOF 23 de junio de 2020*. Recuperado el 13 de mayo de 2021, de [http://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5595309&fecha=23/06/2020](http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5595309&fecha=23/06/2020)
- Diario Oficial de la Federación. (2020). *Ley de ciencia y tecnología, publicada en el DOF. Última reforma el 6 de noviembre de 2020*. Recuperado el 2021 de junio de 17, de [http://sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/15131/2/images/ley\\_ciencia\\_tecnologia\\_01\\_2020.pdf](http://sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/15131/2/images/ley_ciencia_tecnologia_01_2020.pdf)
- DOF. (2016). *Ley Federal de Transparencia y Acceso a la Información Pública*. Recuperado el 25 de agosto de 2022, de [https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTAIP\\_200521.pdf](https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFTAIP_200521.pdf)
- DOF. (2021). *Acuerdo por el cual se emiten las políticas y disposiciones para impulsar el uso y aprovechamiento de la informática, el gobierno digital, las TIC, y la seguridad de la información en la APF. Última reforma 6 de septiembre de 2021*. Recuperado el 2 de febrero de 2022, de [https://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5628885&fecha=06/09/2021](https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5628885&fecha=06/09/2021)
- DOF. (2021). *Acuerdo por el cual se expide la Estrategia Digital Nacional 2021-2024. Diario Oficial de la Federación. Última reforma publicada el 6 de septiembre de 2021*. Recuperado el 2 de febrero de 2022, de [https://dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5628886&fecha=06/09/2021](https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5628886&fecha=06/09/2021)
- E. Ibarra Zapata, D. G. (2019). Escenario de riesgo de introducción de la influenza tipo A en México estimado mediante geointeligencia. *Rev. Panam Salud Pública*. Recuperado el 30 de enero de 2021, de <http://iris.paho.org/xmlui/bitstream/handle/123456789/50553/v43e322019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- El Economista. (2021). *INE investiga presunta venta de datos del Padrón Electoral*. Recuperado el 20 de 08 de 2022, de <https://www.economista.com.mx/politica/INE-investiga-presunta-venta-de-datos-del-Padron-Electoral-20210719-0082.html>
- Element AI & Nesta. (2019). *Data Trusts. A new tool for data governance. Innovation, Science and Economic Development Canada, IVADO, Fonds de recherche, Québec*. Recuperado el 9 de febrero de 2022, de [https://hello.elementai.com/rs/024-OAQ-547/images/Data\\_Trusts\\_EN\\_201914.pdf](https://hello.elementai.com/rs/024-OAQ-547/images/Data_Trusts_EN_201914.pdf)
- Emma Martinho-Truswell, H. M. (2018). *Hacia una estrategia de IA en México: aprovechando la revolución de la IA*. Oxford Insights, British Embassy Mexico City, CMinds, Fondo de Prosperidad. Recuperado el 2 de febrero de 2022, de <https://ia-latam.com/portfolio/hacia-una-estrategia-de-ia-en-mexico-aprovechando-la-revolucion-de-la-ia/>

- Energy Market Authority. (2021). *Energy Consumption, Chapter 03. Singapore Government*. Recuperado el 3 de noviembre de 2021, de <https://www.ema.gov.sg/singapore-energy-statistics/Ch03/index3>
- EPFL. (2019). *Smart Cities - Management of smart urban infrastructures course. École Polytechnique Fédérale de Lausanne*. Recuperado el 8 de agosto de 2021, de <https://courseware.epfl.ch/courses/course-v1:EPFL+MUI2+2019/about>
- Estrella, V. (2021). *Desempleo en México. CDMX y Querétaro, con las más altas tasas de desempleo. El Economista*. Recuperado el 22 de 07 de 2022, de <https://www.economista.com.mx/estados/CDMX-y-Queretaro-con-las-mas-altas-tasas-de-desempleo-20210827-0009.html>
- Foro Consultivo Científico y Tecnológico, AC. (2022). *Sobre el foro. Nosotros. Funciones*. Recuperado el 20 de febrero de 2022, de <http://www.foroconsultivo.org.mx/FCCyT/nosotros>
- Forum Virium Helsinki. (2021). *Benefits for Cities - CitySDK and 6Aika APIs cities*. Recuperado el 22 de septiembre de 2021, de <https://www.citysdk.eu/citysdk-toolkit/benefits-for-cities/>
- Garibay, A. S. (2021). *Ejemplo de extracción de datos de Twitter para aproximar reportes de atropellados y proyectarlos en mapa con Python*. Recuperado el 13 de diciembre de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=G-WBmpEnE1Y>
- Gobierno de España. (2022). *Estados Unidos. Estructura de la oferta. Red de Oficinas Económicas y Comerciales de España en el Exterior*. Recuperado el 22 de 07 de 2022, de <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/paises/navegacion-principal/el-pais/informacion-economica-y-comercial/estructura-de-la-oferta/index.html?idPais=US#:~:text=Estados%20Unidos%20es%2C%20al%20i g>
- Gobierno de España. (2022). *Estudio de movilidad con Big Data. Plan de medidas para responder al impacto del COVID 19 en el sector transporte y movilidad*. Recuperado el 8 de agosto de 2021, de <https://www.mitma.gob.es/ministerio/covid-19/evolucion-movilidad-big-data>
- Gobierno de la CDMX, Instituto de Planeación Democrática y Prospectiva. (2021). *Proyecto del Programa General de Ordenamiento Territorial de la Ciudad de México 2020-2030*. Recuperado el 20 de 08 de 2021, de <https://sepi.cdmx.gob.mx/storage/app/uploads/public/60e/8ed/a61/60e8eda61cceb813715848.pdf>
- Gobierno de la Ciudad de México. (2022). *Agencia Digital de Innovación Pública (ADIP)*. Recuperado el 2021 de mayo de 2022, de <https://adip.cdmx.gob.mx/dependencia/acerca-de>

- Gobierno de la Ciudad de México. (2022). *Bienvenida al Portal de Datos Abiertos de la CDMX*. Recuperado el 27 de febrero de 2022, de <https://datos.cdmx.gob.mx/>
- Gobierno de la República. (2013). *Estrategia Digital Nacional*. Recuperado el 2 de febrero de 2022, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/17083/Estrategia\\_Digital\\_Nacional.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/17083/Estrategia_Digital_Nacional.pdf)
- Gobierno de México. (2022). *Bienvenidos a la guía de estilo para gob.mx*. Recuperado el 12 de febrero de 2022, de <https://www.gob.mx/guias/grafica/>
- IDB, WRI México, MIT, Mastercard, et. al. (2022). *Datos abiertos de transporte urbano y movilidad (DATUM)*. Recuperado el 20 de octubre de 2021, de <https://datum.la/>
- IESE Business School. (2016). *Índice IESE Cities in Motion, University of Navarra, Pág 22-43*. Recuperado el 20 de abril de 2021, de <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0396.pdf>
- IESE Business School. (2020). *Índice IESE Cities in Motion, University of Navarra, Pág. 84-104*. Recuperado el 21 de abril de 2021, de <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0542.pdf>
- IFT. (2018). *Uso de las TIC y Actividades por internet en México, Impacto de las características sociodemográficas de la población. Instituto Federal de Telecomunicaciones. Pág. 21-90*. Recuperado el 17 de octubre de 2020, de <http://www.ift.org.mx/sites/default/files/contenidogeneral/estadisticas/endutih2018.pdf>
- IGCEM. (2016). *Estadística Básica Municipal del Estado de México. Instituto de Información e Investigación Geográfica, Estadística y Catastral del Estado de México, Secretaría de Finanzas*. Recuperado el 18 de octubre de 2020, de <https://igcem.edomex.gob.mx/acerca-de/eventos-convocatorias/estadistica-basica-municipal>
- IGLUS, EPFL. (2019). *Smart Cities MOOC, Innovative Governance of Large Urban Systems (IGLUS), École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)*. Recuperado el 12 de julio de 2020, de <https://es.coursera.org/learn/smart-cities>
- Illich, I. (2002). *The challenges of Ivan Illich. A collective reflection*. (L. H. Mitcham, Ed.) US: State University of New York Press. Recuperado el 10 de mayo de 2021, de [https://monoskop.org/images/c/c3/Hoinacki\\_Lee\\_Mitcham\\_Carl\\_eds\\_The\\_Challenges\\_of\\_Ivan\\_Illich\\_A\\_Collective\\_Reflection.pdf](https://monoskop.org/images/c/c3/Hoinacki_Lee_Mitcham_Carl_eds_The_Challenges_of_Ivan_Illich_A_Collective_Reflection.pdf)
- IMCO. (2021). *Aumentó en 3.8 millones la población en pobreza entre 2018 y 2020. Las distintas caras de la pobreza*. Recuperado el 22 de 07 de 2022, de <https://imco.org.mx/aumento-en-3-8-millones-la-poblacion-en-pobreza-entre-2018-y->



- Recuperado el 6 de agosto de 2021, de <https://www.coursera.org/learn/smart-cities/lecture/jTOEB/interview-with-ms-irene-compte-libera-about-barcelona>
- LTA. (2019). *Our history: 1990s to 2000s*, Singapore Land Transport Authority. Recuperado el 4 de octubre de 2021, de <https://www.lta.gov.sg/content/ltagov/en.html>
- LTA. (2021). *Public Transport Utilisation, Average Daily Public Transport Ridership*. Singapore Open Data License. Recuperado el 4 de septiembre de 2021, de <https://data.gov.sg/dataset/public-transport-utilisation-average-public-transport-ridership?>
- Luter, R. E. (2018). *Modelos de ciudad inteligente (Smart City) y estrategias de su implementación. Perspectivas teóricas, globalización e intervenciones públicas para el desarrollo regional*. (C. Universidad Nacional Autónoma de México y Asociación Mexicana de Ciencias para el Desarrollo Regional A. C., Ed.) Recuperado el 10 de abril de 2021, de [http://ru.iiec.unam.mx/4212/1/2-Vol1\\_Parte1\\_Eje%201-Cap1-188-Rozga.pdf](http://ru.iiec.unam.mx/4212/1/2-Vol1_Parte1_Eje%201-Cap1-188-Rozga.pdf)
- Marcou, E. D. (2017). Cambios socioterritoriales e indicios de gentrificación. Un método para su medición. *Academia XXII, UNAM*(12), 47-59. Recuperado el 28 de mayo de 2021, de <http://revistas.unam.mx/index.php/aca/article/download/51982/46330>
- Microsoft. (2021). *Ciclo especializado de Innovación Virtual. Desafío de aptitudes en la nube, Tercera edición*. Recuperado el 13 de octubre de 2021, de [https://docs.microsoft.com/es-mx/users/cloudskillschallenge/collections/zkgzhz85m4d1?WT.mc\\_id=cloudskillchallenge\\_97d9e7db-8ec9-4616-ab1b-befab7c10442](https://docs.microsoft.com/es-mx/users/cloudskillschallenge/collections/zkgzhz85m4d1?WT.mc_id=cloudskillchallenge_97d9e7db-8ec9-4616-ab1b-befab7c10442)
- Microsoft. (2022). *Calculadora del costo total de propiedad (TCO). Azure*. Recuperado el 20 de 04 de 2022, de <https://azure.microsoft.com/es-mx/pricing/tco/calculator/>
- Ministerio de hacienda y administraciones públicas. (2014). *Open data como herramienta para las Smart Cities. Gobierno de España, Ministerio de Industria, Energía y Turismo. Pág. 1-2, 3-11, 17-18*. Recuperado el 22 de septiembre de 2021, de [https://datos.gob.es/sites/default/files/infomeopendatasmartcities\\_0.pdf](https://datos.gob.es/sites/default/files/infomeopendatasmartcities_0.pdf)
- Montero, P. J. (2019). Interview with Prof Juan Montero, Administrative law and regulation. *Smart Cities, Management of Smart Urban Infrastructures*. (D. M. Finger, Entrevistador) UNED, Madrid. Recuperado el 2 de octubre de 2020, de <https://www.coursera.org/learn/smart-cities/lecture/IYm3e/interview-with-prof-montero-uned-madrid>
- MTI. (2020). *Research Innovation Enterprise 2020 plan. Singapore PP: 3-8*. Recuperado el 24 de 07 de 2022, de <https://www.mti.gov.sg/-/media/MTI/Resources/Publications/Research-Innovation-and-Enterprise-RIE-2020/RIE2020.pdf>

- MTI. (2021). *Research Innovation Enterprise 2025 Plan*. Singapore. PP: 5, 12, 14-18. Recuperado el 24 de 07 de 2022, de [https://www.nrf.gov.sg/docs/default-source/default-document-library/rie\\_booklet\\_fa2021\\_pages.pdf](https://www.nrf.gov.sg/docs/default-source/default-document-library/rie_booklet_fa2021_pages.pdf)
- NASA. (2022). *ARSET - Teledetección para el Monitoreo de los ODS sobre la degradación de tierras y ciudades sostenibles*. Earth Science. Applied Sciences. Recuperado el 08 de abril de 2022, de <https://appliedsciences.nasa.gov/join-mission/training/spanish/arset-teledeteccion-para-el-monitoreo-de-los-ods-sobre-la-degradacion>
- NCCS. (2021). *Singapore's Emissions Profile*. Strategy Group Prime Minister's Office. National Secretary for Climate Change. Recuperado el 3 de noviembre de 2021, de <https://www.nccs.gov.sg/singapores-climate-action/singapore-emissions-profile/>
- Oi, M. (2022). *How the high cost of living is hitting Singapore's poor*. Recuperado el 22 de 07 de 2022, de <https://www.bbc.com/news/business-60036739>
- ONU. (2016). *Nueva Agenda Urbana, Hábitat III, Quito. Conferencia de las Naciones Unidas sobre la vivienda y el Desarrollo Urbano Sostenible*. Recuperado el 2 de septiembre de 2021, de <http://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Spanish.pdf>
- Ossorio, A. (2002). *Planeamiento estratégico*. Instituto Nacional de la Administración Pública (Cuarta ed.). (P. d. educativos, Ed.) Buenos Aires, Argentina. Recuperado el 20 de febrero de 2022, de [http://www.bnm.me.gov.ar/redes\\_federales/bera/encuentros/nacionales/2008\\_ref/docs/cecilia\\_corda2.pdf](http://www.bnm.me.gov.ar/redes_federales/bera/encuentros/nacionales/2008_ref/docs/cecilia_corda2.pdf)
- Real Academia Española. (2022). *Definición de la palabra "prospectivo, va"*. Recuperado el 25 de agosto de 2022, de <http://dle.rae.es/prospectivo>
- Red Hat. (2022). *Funcionamiento de las API*. Recuperado el 25 de agosto de 2022, de <https://www.redhat.com/es/topics/api/what-are-application-programming-interfaces#resumen>
- Roach, J. (2020). *Microsoft descubre que los centros de datos submarinos son confiables, prácticos y utilizan energía sustentable*. Microsoft News Center. Recuperado el 20 de 05 de 2022, de <https://news.microsoft.com/es-xl/features/microsoft-descubre-que-los-centros-de-datos-submarinos-son-confiables-practicos-y-utilizan-energia-sustentable/>
- Rodrigo Martínez, A. F. (2021). *Metodologías e instrumentos para la formulación, evaluación y monitoreo de programas sociales. Árbol de problema y áreas de intervención*. COMFAMA / CEPAL. Recuperado el 28 de febrero de 2022, de [https://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques/martinez\\_rodrigo.pdf](https://recursos.salonesvirtuales.com/assets/bloques/martinez_rodrigo.pdf)
- Romero, M. A. (20 de enero de 2020). "Definición de planeación y el principio de racionalidad". Facultad de Ingeniería, UNAM. Ciudad de México, México.

- Ruh, F. (2020). Podcast AI The New Sexy. Capítulo 15. El dilema de la movilidad y los coches autónomos. Recuperado el 18 de 05 de 2021, de <https://open.spotify.com/episode/4xkh2wQDPuYw0RqDR8Y386?si=9bc20d2d4a9f4231>
- Sánchez, B. P. (2017). Geointeligencia y aeronaves pilotadas a distancia. Un nuevo reto para la formación. *Revista Mapping*, 26(185), 28-31. Recuperado el 18 de noviembre de 2021, de [http://revistamapping.com/wp-content/uploads/2018/03/Revista-MAPPING-185\\_A4.pdf](http://revistamapping.com/wp-content/uploads/2018/03/Revista-MAPPING-185_A4.pdf)
- Santander. (2021). *Curso British: Introducción a las habilidades digitales*, ANUIES. Recuperado el 13 de noviembre de 2021, de <http://santander.skills.anuies.mx/course/view.php?id=75>
- Secretaría de Economía. (2012). *Programa Nacional de Innovación (PNI)*. Recuperado el 27 de agosto de 2021, de <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/innovacion/innovacion-programa-nacional-innovacion>
- Secretaría de Hacienda. (2020). *Proyecto de Presupuesto de Egresos de la Federación. Estrategia programática*. Recuperado el 18 de febrero de 2022, de [https://www.ppef.hacienda.gob.mx/work/models/PPEF2020/docs/38/r38\\_ep.pdf](https://www.ppef.hacienda.gob.mx/work/models/PPEF2020/docs/38/r38_ep.pdf)
- SEDEMA. (2022). *Biodiversidad CDMX, Localización geográfica de la CDMX. Secretaría del Medio Ambiente*. Recuperado el 2 de marzo de 2022, de <http://data.sedema.cdmx.gob.mx/biodiversidadcdmx/geografia.html>
- SEGOB. (2013). *Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones a los artículos 6to, 7o, 27, 28, 73, 78, 94 y 105 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, en materia de telecomunicaciones. Última reforma: 11 de junio de 2013*. Recuperado el 20 de enero de 2022, de [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5301941&fecha=11/06/2013](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5301941&fecha=11/06/2013)
- SEGOB, CNS. (2018). *Libro blanco del Programa Presupuestarios R903 "Plataforma México"*. Recuperado el 1 de marzo de 2022, de [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/415293/181031\\_CNS\\_LB\\_Programa\\_Presupuestal\\_R903\\_Plataforma\\_Mexico.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/415293/181031_CNS_LB_Programa_Presupuestal_R903_Plataforma_Mexico.pdf)
- SEMOVI. (2022). *Programa de Fotocívicas*. Recuperado el 28 de febrero de 2022, de <https://www.semovi.cdmx.gob.mx/tramites-y-servicios/vehiculos-particulares/fotocivicas>
- SIG CDMX. (2022). *Sistema Abierto de Información Geográfica de la Ciudad de México*. Recuperado el 21 de febrero de 2022, de <https://sig.cdmx.gob.mx/>
- Singapore & MIT. (2021). *Future Urban Mobility (FM) IRG, Research Projects, Singapore-MIT Alliance for Research and Technology (SMART)*. Recuperado el 15 de mayo de 2021, de <https://smart.mit.edu/research/fm/research-projects>

- Smart Cities Council. (2014). *Barcelona, Spain. Customer success story. Schneider Electric*. Recuperado el 5 de mayo de 2020, de [https://rg.smartcitiescouncil.com/system/tdf/public\\_resources/A%20self-sufficient%20Barcelona.pdf?file=1&type=node&id=1783&force=](https://rg.smartcitiescouncil.com/system/tdf/public_resources/A%20self-sufficient%20Barcelona.pdf?file=1&type=node&id=1783&force=)
- Smart Columbus. (2021). *SMRT Columbus, Smart is just the start, June*. Recuperado el 2 de diciembre de 2021, de <https://smart.columbus.gov/>
- Smart Nation Singapore. (2021). *National AI Strategy. The Next Frontier of Singapore's Smart Nation Journey. Smart Nation and Digital Government Office*. Recuperado el 23 de julio de 2021, de <https://www.smartnation.gov.sg/initiatives/artificial-intelligence>
- STATS Indiana. (2022). *Employment, Hours & Earnings (CES) - Columbus, OH: Annual Average. Not Seasonally adjusted*. Recuperado el 22 de 07 de 2022, de [http://www.stats.indiana.edu/ces/ces\\_naics/](http://www.stats.indiana.edu/ces/ces_naics/)
- Synergy Research Group. (2022). *Pipeline of over 300 New Hyperscale Data Centers Drives Healthy Growth Forecasts*. Recuperado el 23 de 03 de 2022, de <https://www.srgresearch.com/articles/pipeline-of-over-300-new-hyperscale-data-centers-drives-healthy-growth-forecasts>
- The World Bank. (2021). *Electric power consumption (kWh per capita) IEA statistics. OECD 2014*. Recuperado el 5 de diciembre de 2021, de [https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC?name\\_desc=false&type=points&view=map](https://data.worldbank.org/indicator/EG.USE.ELEC.KH.PC?name_desc=false&type=points&view=map)
- The World Bank. (2021). *GDP per capita (current US\$) - Singapore, OECD members*. Recuperado el 3 de noviembre de 2021, de <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?locations=SG-OE>
- Tom Tom. (2021). *Traffic Index 2020*. Recuperado el 3 de mayo de 2021, de [https://www.tomtom.com/en\\_gb/traffic-index/ranking/](https://www.tomtom.com/en_gb/traffic-index/ranking/)
- Trading Economics. (2021). *Singapore Population*. Recuperado el 3 de noviembre de 2021, de <https://tradingeconomics.com/singapore/population>
- UAEH. (2007). *El paradigma de Ackoff, una administración sistémica. Editorial Limusa 3ra Edición*. Recuperado el 20 de febrero de 2022, de <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n9/r2.html>
- Unidad de Formación a Distancia. (2022). Extracción de datos de twitter: Aproximar reportes de atropellados y proyectarlos en mapa con Python. CentroGeo y Conacyt. Recuperado el 2022 de 03 de 30, de <https://www.youtube.com/watch?v=G-WBmpEnE1Y>

- United States Government. (2022). *Census Bureau, Quick Facts. Columbus city, Ohio*. Recuperado el 22 de 07 de 2022, de <https://www.census.gov/quickfacts/fact/table/columbuscityohio/IPE120220>
- Universidade da Coruña. (2019). Big Data y sostenibilidad social. Recuperado el 24 de noviembre de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=rh3QX9B7QSM>
- Vela, C. C. (2021). *EU autoriza venta de Deer Park a Pemex, confirma AMLO*. Recuperado el 15 de febrero de 2022, de <https://www.elfinanciero.com.mx/nacional/2021/12/22/mexico-tendra-una-nueva-refineria-eu-autoriza-venta-de-deer-park-a-pemex/>
- Veritasium. (2020). *Esta ecuación cambiará tu modo de ver el mundo. La teoría del caos*. Recuperado el 23 de noviembre de 2020, de <https://www.youtube.com/watch?v=EOvLhZPevm0&t=1s>
- Villegas, A. M. (2021). *Los datos en el Big Data. Unidad de formación a distancia, Centro Geo*. Recuperado el 5 de diciembre de 2021, de <https://www.youtube.com/watch?v=LIZJh3ZBLsE>
- WIPO. (2018). *Global Innovation Index. Pág. 24-41*. Obtenido de [https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo\\_pub\\_gii\\_2018.pdf](https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_gii_2018.pdf)
- WTO. (2020). *WT/TPR/S/413. Resumen caso Singapur. World Trade Organization*. Recuperado el 22 de 07 de 2022, de [https://www.wto.org/spanish/tratop\\_s/tpr\\_s/s413\\_sum\\_s.pdf](https://www.wto.org/spanish/tratop_s/tpr_s/s413_sum_s.pdf)
- Yulay. (2020). Así clonan tu tarjetas de crédito y débito (documental) Yulay. Ciudad de México. Recuperado el 12 de marzo de 2022, de <https://www.youtube.com/watch?v=E3X62iT0tsY>
- Zamarrón, I. (27 de enero de 2022). CDMX compite con Amazon y Microsoft: rentará su Centro de Datos a empresas. *Forbes México*. Recuperado el 16 de marzo de 2022, de 2022: <https://www.forbes.com.mx/noticias-cdmx-compite-con-amazon-y-microsoft-rentara-su-centro-de-datos-a-empresas/>
- Zapata, E. (2018). *Estrategia de Inteligencia Artificial MX 2018. Presidencia de la República EPN*. Recuperado el 9 de enero de 2022, de <https://www.gob.mx/ejn/articulos/estrategia-de-inteligencia-artificial-mx-2018>