



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ACATLÁN

*“ANÁLISIS DE LA SUSTENTABILIDAD DE LAS CIUDADES INTELIGENTES EN
MÉXICO DE 2017 A 2019”*

TESIS Y EXAMEN PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADA EN ECONOMÍA

PRESENTA:

YAMIN ALEJANDRA GONZÁLEZ MALDONADO

ASESOR DE TESIS:

DR. JORGE FERERINO FERERINO

SANTA CRUZ ACATLÁN, NAUCALPAN, ESTADO DE MEXICO

NOVIEMBRE, 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



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.

Querida Yamin esto representa lo que creíste
no poder; hoy estas cumpliendo lo que
pensaste que sería “algún día”.



AGRADECIMIENTOS

Queridos padres agradezco el privilegio de ser parte de su vida, gracias por hacerme parte de este mundo.

A mi pá Marco Antonio González Bermúdez por nunca dejarme sola, siempre encuentro en ti la mejor compañía. Gracias por brindarme educación, por apoyar mis sueños, nunca olvidare que las terceras y segundas opciones también son buenas, por todas esas mañanas y tardes que platicamos de la vida. Te amo infinitamente.

A mi madre Laurencia Maldonado porque nunca te rendiste, gracias por ser la mamá más mala del mundo y lograr que me retara mí misma, por apoyar mi educación y por siempre regalarme mis colores de 36 piezas créeme me hacías la niña más feliz.

Dianna, hermana agradezco que sigas en este mundo, eres la mujer más valiente que conozco, estar contigo me hace sentir que mis miedos se apagan, gracias por aconsejarme, apoyarme, escucharme, por quedarte a mi lado en silencio mientras solo quiero llorar. A mi hermano Jorge Tonatiuh gracias por darme tu mano cuando siento que las cosas empiezan a complicarse, por escucharme, por todas esas veces que me defendiste y me hiciste sentir que no estaba tan sola como lo pensaba. Queridos hermanos gracias por impulsarme a llegar a la meta son mis héroes favoritos.

Abue Zefe no hay palabras para expresar lo agradecida que me siento contigo por todos los momentos que hemos pasado juntas, eres lo mejor de mi mundo. Te amo abuelita.

Mi Bodine esto comenzó y termino contigo a mi lado, gracias por todas las noches que te desvelaste conmigo. Eres mi mejor compañía.

A mi tío Jorge Flores y mi tío Mario González por formar parte de mi entorno, gracias por celebrar conmigo cada logro académico. Tía Vero esto también es para ti, sé que había muchas opciones, pero esta fue la mejor opción para mí.

Amiga Vanessa Pichardo Lara tu amistad estos años ha sido de las mejores y más honestas que he tenido, sé que aconsejarme a veces resulta difícil, pero créeme que agradezco que lo hagas, gracias por formar parte de este proyecto porque escuchaste mi meta y me apoyaste a llegar. Siempre te voy a llevar conmigo.

Giovani Arteaga Resendiz gracias por debatir conmigo mientras comíamos papas con salsa, por escuchar mis ideas y compartirme las tuyas, siempre me has hecho ver las cosas desde otro punto de vista antes de tomar una decisión, amigo eres una gran persona. Gracias por aplaudir todos mis logros por pequeños que yo los pensara.

C.P. Daniel Romero Miguel no tengo como pagarle el impuesto de fe que ha puesto en mí, a pesar de verme llorar nunca me ha dejado caer al contrario me recuerda mi fortaleza, agradezco su apoyo y motivación, en este camino he logrado un objetivo más.

A mi asesor el Dr. Jorge Feregrino por apoyar mi investigación, gracias por ayudarme a dar orden a mis ideas e impulsarme a realizar esta tesis. Gracias a su dedicación, apoyo y paciencia lo logramos.

Dra. Eufemia Basilio, Dr. Maximino Sánchez, Dr. Jorge Bustamante y Mtra. Selene Venegas mis sinodales, gracias por leer mi trabajo.

Finalmente, a la Universidad Nacional Autónoma de México gracias por todo lo que me has dado, siempre diré que eres lo mejor que no quería que me pasara.

ÍNDICE

Introducción	7
Las innovaciones y el desarrollo sustentable para el desarrollo del Modelo de Ciudades Inteligentes.	11
1.1 Ecosistema de Innovación	12
1.1.1 Agentes del ecosistema de innovación	12
1.1.2 Modelización del ecosistema de innovación	14
1.2 Sistema de Innovación	15
1.3 Procesos de Innovación	16
1.4 Modelo de la Hélice	19
1.4.1 Antecedentes del modelo TH	19
1.3.2 Función de las hélices	23
1.5 Industria 4.0	28
1.6 ¿Qué son las Ciudades inteligentes?	36
1.7 Ciudades Inteligentes y sustentables	41
1.7.1 Retos para las Ciudades inteligentes	43
1.7.2 Sustentabilidad de las Ciudades Inteligentes	47
Capítulo 2.	53
Proceso de innovación en México una comparativa rumbo al desarrollo de una Ciudad Inteligente.	53
2.1 Ecosistema de innovación en México	54
2.2 Sistema Nacional de Innovación	56
2.2.1 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología	57
2.2.2 Panorama General de la Innovación	62
2.2.2.1 Patentes	63
2.2.2.2 Investigadores	65
2.3 Procesos de Innovación en México	67
2.4 Movimiento de las Cinco Hélices	68
2.4.1 Gobierno	69
2.4.2 Universidades	71

2.4.3 Empresa	73
2.4.4 Sociedad.....	78
2.4.5 Medio Ambiente	82
2.4.6 Movimiento de las hélices en Latinoamérica	86
2.5 Ciudades Inteligentes	88
2.5.1 Territorios inteligentes en el mundo	88
2.5.2 Desarrollo de territorios inteligentes en México	89
2.6 Sustentabilidad de las ciudades	91
2.6.1 Trazabilidad de residuos sólidos.....	92
2.7 Análisis de las "Ciudades Inteligentes en México"	93
2.7.1 Cobertura Geográfica.....	95
2.5.2 Los indicadores de la sustentabilidad ambiental.....	95
Capítulo 3.	98
Análisis de la sustentabilidad con base en el Índice de Ciudades Inteligentes aplicado a la República Mexicana.	98
3.1 Análisis del índice Medioambiental en México.....	99
3.2 Ranking general	105
3.3 Análisis por dimensión por estado de la República Mexicana.....	106
3.4 Ranking por dimensión.....	113
3.5 Casos destacables	115
3.6 Análisis de zonas geográficas.....	117
3.5 Análisis de la sustentabilidad e innovación en México.....	118
Conclusiones	121

Introducción

Las ciudades crecen y lo hacen a pasos agigantados. El proceso de urbanización que se produce en la actualidad no tiene precedentes. Sólo entre 1950 y 2014, la población urbana se ha quintuplicado y, según previsiones de Naciones Unidas, se espera que, para 2050, el 70-75% de la población mundial resida en ciudades.

Ciudades inteligentes, sustentables y digitales, son una clara descripción de lo que deberían ser las ciudades en un futuro muy cercano. Con el incremento poblacional y problemas ambientales es necesaria analizar un plan económico cuyo objetivo central sea lograr la sustentabilidad de los recursos para generaciones futuras. En la misma magnitud proponer una transformación digital enfocada a hacer las ciudades cada vez amigables no solo con el medio ambiente, sino que también sea un territorio inclusivo en el que sus residentes participen de forma más activa en las decisiones políticas involucrándose en el proceso de innovación. La literatura señala que los ciudadanos se involucran en proceso innovadores cuando participan del aprendizaje y asimilación que implica el desarrollo de una ciudad sustentable. De esta, forma el objetivo de la presente tesis es analizar las limitantes medio ambientales en las ciudades inteligentes para el caso de México. Se hace énfasis en las limitaciones, ya que, el concepto de sustentabilidad se utiliza de forma generalizada sin analizar las restricciones que puede enfrentar la aplicación de dicho concepto.

La hipótesis del trabajo es que los proyectos sobre ciudades inteligentes y sustentables son una estrategia innovadora que enfrenta diversas limitantes respecto a las condiciones ambientales en ciertas ciudades del país, con antecedentes graves de contaminación, alta densidad poblacional y pérdida de la

biodiversidad, escaso grado de presión hídrica lo que ya se traduce en escasas de agua en los hogares de varios habitantes del país.

De esta forma el Capítulo 1 tiene como objetivo presentar el marco de referencia sobre el ecosistema de innovación, ya que, es el contexto donde desarrolla la planeación de una ciudad inteligente y sustentable. La primera parte se enfoca en los agentes y los modelos de ecosistema de innovación, para fundamentar el Modelo de la Triple Hélice propuesta por Leydesdorff y Etzkowitz en 1997. En esta parte se presenta la interacción entre 3 puntos clave; gobierno, empresas y universidades. Posteriormente se presenta el modelo de la cuádruple hélice que incluye a la sociedad en los diferentes procesos, para poder construir un ecosistema de innovación basado en la innovación abierta. El capítulo, termina con la presentación del modelo actual en el cual se añade al medio ambiente como un factor importante para el desarrollo de las ciudades inteligentes. La forma en la que estos modelos integran al ecosistema de innovación y las ciudades inteligentes es mediante las tecnologías de la industria 4.0. De esta forma se establece el vínculo entre el estado de la tecnología y las ciudades inteligentes y sustentables. Se pone énfasis en la planeación de la ciudad para que cumpla con las expectativas. Además, los retos y como minimizar los riesgos a los que se enfrentan ciertas etapas del modelo.

El Capítulo 2 presenta al caso mexicano caracterizando el contexto en el que se ha desarrollado el ecosistema de innovación; se realiza una comparación con el caso chino sobre el modelo de la quintuple hélice y la implementación de las tecnologías de la industria 4.0. El análisis considera las relaciones entre las cuatro instituciones para llegar a crear un ecosistema que culmine en un Modelo de ciudad Inteligente que tenga como prioridad la sustentabilidad del medio ambiente.

Se consideran tres casos de países latinoamericanos; Brasil, Buenos Aires y Chile, para explicar las interacciones que deben tener las hélices para lograr una mejora en el desarrollo del ecosistema de innovación.

La tercera sección de este capítulo se dedica a los proyectos de ciudad inteligente en México y las problemáticas que enfrenta; como la ausencia de políticas públicas con una visión sustentable respecto al medio ambiente. En el último apartado se habla de la metodología a implementar para realizar el análisis de la sustentabilidad en el contexto de las ciudades inteligentes en México.

El capítulo 3 inicia con el análisis medioambiental a nivel del país lo cual abre paso a la elaboración de un ranking por estado, para distinguir a nivel estatal y por dimensión cada una de las urbes analizadas. En esta sección se aplica un ranking estatal con el objetivo de separar los casos destacables en cada una de las dimensiones. De esta forma, el capítulo sigue con el estudio por zonas geográficas donde se identifican, las zonas con mejor calidad de vida para los residentes. El capítulo concluye que la creación de territorios sustentables requiere profundizar y reconocer las limitaciones de los ecosistemas de innovación enfocados a la sustentabilidad de las ciudades inteligentes. El análisis cualitativo se realizó mediante la presentación de las variables medioambientales que propone el índice de ciudades en movimiento. La elección de esta dimensión se debe a la disponibilidad y el acceso a los datos abiertos. Esta igualmente es una limitación para planificar o diseñar este tipo de propuestas, es necesaria la creación de un sistema de información que permita la creación de un ecosistema que tenga por propósito que el conocimiento sea transformado en innovación.

La representación de datos y graficas fueron elaboradas empleando el método estadístico utilizando como fuente principal la consulta de sitios web con apertura de datos, tales como banco mundial, SEDENA y algunas encuestas de INEGI.

En el apartado final se podrá leer la conclusión, seguido de los trabajos citados para la elaboración de este trabajo.

Capítulo 1.

Las innovaciones y el desarrollo sustentable para el desarrollo del Modelo de Ciudades Inteligentes.

1.1 Ecosistema de Innovación

Un ecosistema de innovación está formado por agentes y relaciones económicos, así como la tecnología, las instituciones, las interacciones sociológicas y la cultura. Los componentes no económicos o la estructura de innovación permiten la creación de ideas, innovación y difusión de conocimiento. Un ecosistema de innovación altamente desarrollado permite a los participantes operar más allá de los límites y permite la transformación del conocimiento en innovación. (Mercan & Göktas, 2011)

Hoy en día, un ecosistema de innovación hace referencia a la combinación de jugadores, accionistas, aceleradores, inversionistas de riesgo, creadores de startups que consiguen crear valor con nuevas ideas e inversión financiera, a través de dinámicas de aprendizaje y colaboración. (Talent Garden, 2021)

El objetivo de los ecosistemas es desarrollar y promover que los resultados de una investigación sean llevados a cabo y se conviertan en creación y desarrollo de empresas a través de la transferencia de conocimiento, generando así desarrollo económico y captación de inversión necesaria para el desarrollo de una región sustentable. (Leal, 2017)

1.1.1 Agentes del ecosistema de innovación

Los agentes innovadores del ecosistema desarrollan tareas específicas para resolver necesidades y aportar resultados; Irene Andrew (2022) describe seis tipificaciones que definen este modelo de ecosistema:

Articuladores

El rol del articulador es asegurar la creación de espacios y plataformas para que los diferentes actores colaboren de forma activa. Los articuladores aportan estabilidad y suelen ser organizaciones que poseen interés público y social enmarcadas en

diferentes tipos de sectores económicos. Estas pueden ser: secretarías de estado, instituciones, ONG o instituciones municipales entre otras.

Vinculadores

Los vinculadores suelen ser instituciones públicas o privadas que tienen por objetivo conectar organizaciones con intereses similares para que puedan aprovechar sinergias y tomen un mayor impulso entre ellas. Estos pueden ser: cámaras empresariales, consejos industriales, etc.

Habilitadores

Estos actores son los que nutren de recursos al ecosistema para potenciar el desarrollo de nuevos proyectos innovadores dentro o fuera del propio hábitat. Los habilitadores son los que proveen de las herramientas, recursos financieros o infraestructuras, talento, consultoría entre otros muchos. Suelen ser organizaciones enfocadas a ofrecer este tipo de herramientas a emprendedores: incubadoras, aceleradoras, fondos de inversión, centros de formación, espacios coworking, etc.

Generadores de conocimiento

Son los actores que generan conocimiento y que a su vez impulsan la creación de nuevos proyectos y tecnologías innovadoras. Los generadores de conocimiento son organismos enfocados a la investigación como pueden ser: centros de desarrollo, de investigación, de diseño o departamentos de investigación y desarrollo en universidades, etc.

Promotores.

Este rol lo suelen desarrollar los medios de comunicación impresos o digitales y tienen por objetivo divulgar el emprendimiento para alcanzar la escalabilidad de los ecosistemas y fomentar la cultura de innovación.

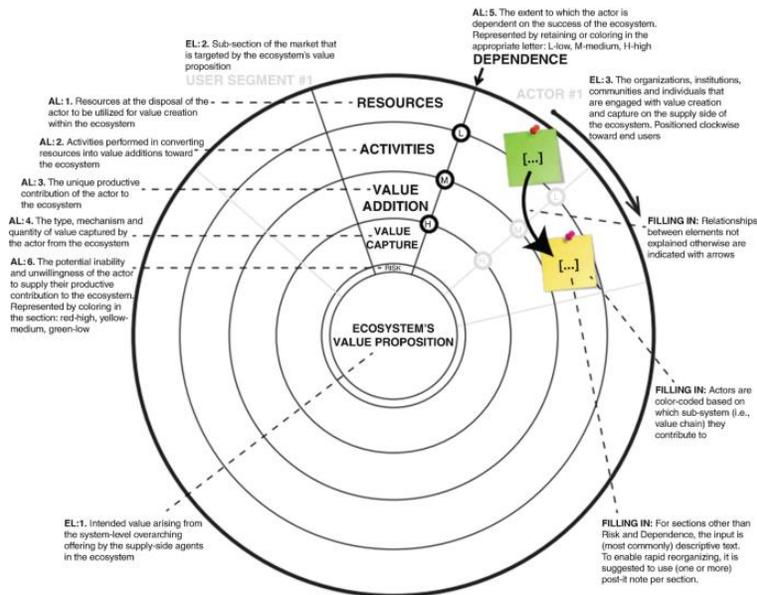
Comunidades

En su nacimiento son comunidades organizadas informalmente y que se crean con el propósito de compartir el conocimiento y de apoyarse mutuamente. Crecen y se desarrollan más allá de las políticas gubernamentales aportándole estabilidad y sostenibilidad al ecosistema. Las comunidades pueden existir dentro o fuera de diversas instituciones de todo tipo, pero siempre manteniendo su autonomía.

1.1.2 Modelización del ecosistema de innovación

“Ecosystem Pie Model (EPM)” es propuesto por Talmar M y otros (2020) para modelar un ecosistema de innovación el cual se describe con la siguiente figura:

Figura 1. Ecosystem Pie Model



Fuente: (De Bernardi & Azucar , 2020)

Esto indica que el EPM se construye en dos niveles (Monja, 2021):

Nivel de ecosistema

EL: 1. Propuesta de valor del ecosistema

EL: 2. Segmentos de usuarios

EL: 3. Actores

Nivel de actores

AL: 1. Recursos

AL: 2. Actividades

AL: 3. Adición de valor

AL: 4. Captura de valor

AL: 5. Dependencia

AL: 6. Riesgos

La innovación es el proceso de poner nuevas ideas en práctica. La creatividad es poner en acción a la inteligencia y es el proceso de tener ideas originales que aporten valor. Por lo tanto, un ecosistema de innovación es el entorno ideal para acompañar a la idea desde su creación hasta su implementación en el mercado. Es el hábitat de la innovación. (Andrew, 2022)

1.2 Sistema de Innovación

En términos teóricos, el concepto de Sistema de Innovación se fundamenta en dos elementos: la existencia de organizaciones que interactúan (sistema) y la generación de mejoras tecnológicas y organizacionales (innovaciones) a partir del desarrollo de

capacidades. Un tercer elemento es usualmente añadido cuando el concepto es llevado a la práctica: el enraizamiento geográfico (nacional, regional o local) o sectorial del sistema. El componente sistémico del enfoque surge como una respuesta crítica a la teoría económica ortodoxa, que concibe la dinámica de producción capitalista como el resultado de la sumatoria lineal y simultánea de decisiones individuales, en un mundo en el que los agentes tienen racionalidad e información perfecta. Por su parte, el hecho que se analice un sistema donde el fin es la innovación hace referencia al cambio tecnológico como determinante del crecimiento y desarrollo. La dimensión geográfica o sectorial da cuenta de la importancia del espacio, del tiempo y del lugar en la creación de competencias, incluidas las instituciones formales e informales que regulan la interacción entre los actores. (Suárez, 2018)

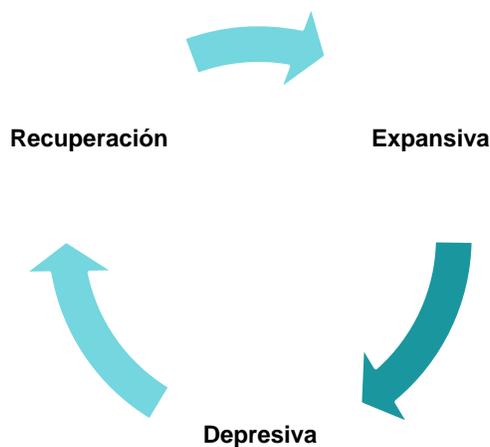
La raíz schumpeteriana del enfoque de SI se evidencia en el reconocimiento de que el eje de la dinámica capitalista es el cambio tecnológico y la búsqueda de cuasirentas por parte de los emprendedores, ya sea individuales (Schumpeter, 1912) o colectivos (Schumpeter, 1942), a partir del proceso de competencia y destrucción creativa. (Suárez, 2018)

1.3 Procesos de Innovación

La destrucción creadora consiste en el reemplazo de las combinaciones productivas obsoletas nivel de empres microeconomía. Actualmente transitamos por un intenso proceso de destrucción creadora con base en la informática, la biotecnología y la microelectrónica. La necesidad de avanzar en la destrucción creadora se genera en las economías avanzadas y las rezagadas. Ello se debe a que una vez definida la fase expansiva de los negocios a través las innovaciones a su vez comienza a mostrar signos de agotamiento. (Schumpeter J. A., 1989, pág. 33)

El ciclo económico desde el punto de vista de Schumpeter se define en tres fases (Figura 2) la fase expansiva a través de las innovaciones, donde se alcanza la etapa de mayor dinamismo de las inversiones y posteriormente se muestran signos de agotamiento. La demanda de nuevos productos se debilita y esta se refuerza el agotamiento de la innovación. Las expectativas expansivas sufren un cambio de tendencia y los empresarios innovadores calculan inversiones con tasas de retornos poco estimulantes. Fase depresiva: en el punto inferior de la fase depresiva los empresarios innovadores vuelven a calcular proyectos de inversión rentables con respecto a una tasa de interés castigada por la depresión y entonces se concretizarán los planes de expansión que despuntarán la recuperación, se trata de una destrucción creadora esencialmente dinámica. (Jeannot, 2002)

Figura 2. Ciclo económico Schumpeteriano



Fuente: Elaboración propia con base en (Jeannot, 2002)

La duración del ciclo económico es incierta; corto, mediano o largo plazo, por lo cual salir de la fase depresiva se basará en la capacidad del empresariado y de sus procesos para realizar una mejora en su producto o crear un producto. En su teoría del desarrollo económico, Schumpeter realiza una clara diferenciación entre

innovación e invención. Mientras la invención se refiere a la creación o combinación de nuevas ideas, la innovación va más allá, ya que consiste en la transformación de un invento en algo susceptible de comercialización, en un bien o servicio capaz de satisfacer las necesidades del mercado existentes o creadas por el propio empresario (Valencia de Lara & Patlán Pérez , 2011). Con la diferenciación anterior se pueden clasificar ambos procesos de innovación en:

1. Innovaciones radicales. Estas posibilitan cambios “revolucionarios” (Schumpeter J. , 1978, pág. 74) y transformaciones novedosas creando procesos totalmente distintos a lo que la sociedad está acostumbrada. El problema con estas innovaciones es el hecho de que ya la mayoría de ellas representa un riesgo para las inversiones.
2. Innovaciones incrementales. Presentan las mejoras en productos, sistemas de gestión o procesos, cuyos cambios son progresivos.

Schumpeter considera que las innovaciones radicales son relevantes debido a que:

- ❖ Se Introducen nuevos bienes de consumo.
- ❖ Se Aplican nuevos métodos de producción y transporte.
- ❖ Se Crean nuevos mercados.
- ❖ Se Generan nuevas fuentes de materias primas.
- ❖ Se Genera un plan de gestión de cambios para guiar la organización.

Todas estas fuerzas, en conjunto, son la causa primigenia del “proceso de mutación industrial que revoluciona incesantemente la estructura económica de forma endógeno, destruyendo lo antiguo y creando elementos nuevos. Este proceso de destrucción creadora constituye la dinámica del capitalismo. En ella consiste en definitiva el capitalismo y toda empresa capitalista tiene que amoldarse a ella para vivir” (Schumpeter J. , 1996, pág. 120). De esta forma, es necesario considerar el

contexto donde se desarrollan estos procesos para comprender la dinámica de las innovaciones de forma sistémica. Los modelos que se desarrollaron para comprender dicha dinámica establecen la relación entre diversos actores, por ejemplo, desde los modelos de la triple hasta la quíntuple hélice que veremos en la siguiente sección.

1.4 Modelo de la Hélice

La Triple Hélice (TH) es un modelo propuesto por los investigadores Loet Leydesdorff y Henry Etzkowitz que supone una orientación para las políticas de innovación. (González de la Fe , 2009). El modelo de TH se centra en el análisis de las relaciones e interacciones mutuas entre las universidades y los entornos científicos como primera pala de la hélice, las empresas e industrias como segunda pala y las administraciones o gobiernos como tercera pala. Atiende a las interacciones y comunicaciones entre actores e instituciones de las tres palas de la hélice, pues asume que la innovación surge de las interacciones mutuas entre ellas: el potencial para el conocimiento innovador, los recursos económicos y las posibilidades de mercado, y las normas e incentivos de las políticas públicas de innovación. La imagen de una triple hélice (inspirada en la biología) es una metáfora alternativa para mostrar de forma teórica, la dinámica al modelo de innovación imperante en las políticas de los años ochenta del siglo veinte, al mismo tiempo que visualiza la complejidad inherente a los procesos de innovación (Etzkowitz H. , 2003, págs. 293-337).

1.4.1 Antecedentes del modelo TH

El modelo TH tiene cuatro antecesores los cuales en cada una de sus metamorfosis trataban mostrar las relaciones entre las diferentes instituciones; universidades, gobierno y empresas, inclusive la triple hélice ha transitado por tres versiones.

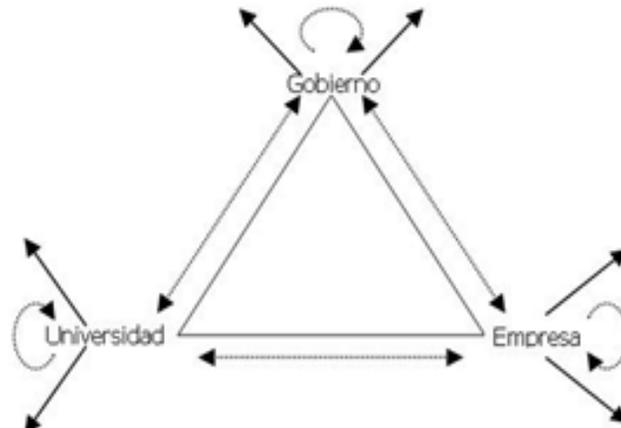
Gibbons, Limoges, Nowotny, Schwartzman, Scott y Trow (1994) proponen el Modelo lineal también conocido como el modo 1, este primer modelo se enfoca en el regimiento de la ciencia en las formas de organización, evade toda responsabilidad social puesto que indica que las normas científicas deben ser transmitidas en forma de publicaciones académicas después de haber sido descubierta en un laboratorio, y trabajadas con recursos de investigación pública; estas publicaciones deben ser validadas y evaluadas por especialistas.

Modelo interactivo o modo 2 propuesto por Kline y Rosenberg (1986) comentan que el modelo hace énfasis en el papel central de la empresa, en el origen de los procesos de innovación, las retroalimentaciones entre las fases del modelo y las interacciones que relacionan las fuentes de conocimiento científico y tecnológico con cada una de las etapas del proceso de innovación; así mismo se toma en cuenta la interacción entre ciencia y tecnología. Dentro de sus principales aportaciones se obtiene que:

- ☉ Cuando no se encuentran soluciones deben realizarse nuevas investigaciones.
- ☉ La empresa consigue el conocimiento que necesita de diversas fuentes (universidades, otras empresas, ferias, patentes, bibliografías, etc.). (Castillo Hernández , Lavín Verástegui , & Pedraza Melo, 2014)

Tras el planteamiento del Modo 2, los modelos predecesores fueron más concretos al momento de establecer las relaciones entre universidades, estado y empresas; la propuesta del Triángulo de Sábato (Figura 3), se centró en ofrecer estrategias para regular el funcionamiento del Gobierno en su relación con otros agentes públicos, y plantear soluciones para el denominado círculo vicioso de dependencia que estaba ocurriendo en la región, caracterizado por la falta de innovación y el sentimiento de incapacidad (Sábato & Botana , 1968).

Figura 3. Triángulo de Sábato



Fuente: (Sábato & Botana , 1968)

Por medio de este triángulo se establece una política para el desarrollo técnico y científico de América Latina, puesto que establece una relación coordinada del gobierno, la estructura productiva y una infraestructura científico-tecnológica para lograr la inserción de la ciencia y la tecnología como participantes principales del desarrollo.

Freeman (1987) y Lundvall (1985) en su propuesta de Sistemas de Innovación (1997), plantean la integración de diferentes agentes de la innovación, en estructuras transdisciplinarias e interactivas muy complejas, donde los agentes y organizaciones se comunican, cooperan, establecen relaciones de largo plazo, condiciones económicas, jurídicas y tecnológicas para el fortalecimiento de la Innovación y la productividad de una región o localidad. Estos sistemas de innovación se plantean a escala nacional, regional, local, sectorial.

Etzkowitz y Leydesdorff (2000) a diferencia del Triángulo de Sábato la Triple Hélice (Figura 4) plantea múltiples interacciones para sus actores o esferas institucionales, representadas principalmente por el estado, gobierno y empresa.

Figura 4. Modelo de la Triple Hélice



Fuente: (Etzkowitz & Leydesdorff, 2000)

López, Mejía y Schmal (2006) indican que la TH ha pasado ya por tres etapas:

- ⇒ **Etapa 1.** La primera versión del modelo afirma que, bajo la administración general del Gobierno, se dirigen las relaciones entre la academia y la industria; esta versión tiene similitudes con el triángulo de Sábato. Algunos ejemplos de esta versión se encuentran en los países donde existe un esquema político socialista, como algunos países de Europa Oriental y en algunos países de América Latina, donde el Estado ejerce un importante papel en el sector industrial.
- ⇒ **Etapa 2.** La segunda versión separa las esferas institucionales, afirmando su autonomía. Esta versión se limita por las fuertes barreras entre una y otra esfera, además de las relaciones preestablecidas.
- ⇒ **Etapa 3.** Esta versión establece una infraestructura para la generación de nuevo conocimiento, en la cual se superponen las esferas institucionales de manera que cada una toma el rol de la otra. En estos espacios de interfaz emergen organizaciones híbridas o interfaces, y un área ideal llamada Red Trilateral y de Organizaciones Híbridas. (Castillo Hernández , Lavín Verástegui , & Pedraza Melo, 2014)

1.3.2 Función de las hélices

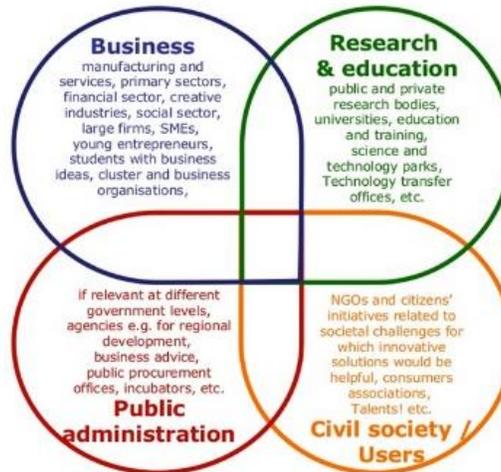
María de Jesús Luengo y María Obeso (2012), indican que el eje industria, hace referencia a los negocios que conforman el tejido empresarial de un país. En el caso, de la obtención de información de la actividad innovadora, se estaría hablando de todas aquellas empresas que tienen relación con la organización que realiza el proceso de innovación, fundamentalmente proveedores y competidores.

El eje Universidad de la Triple Hélice hace referencia a la actividad que realizan las Universidades y Centros de Educación Superior de un país. Su contribución a la innovación empresarial se realiza a través del incremento de graduados e investigadores y el conocimiento que ofrece (Martin & Tang, 2007).

El último de los ejes de la Triple Hélice es el conformado por el Gobierno. Los gobiernos juegan un papel recolector-benefactor apoyando la innovación en sus países de forma directa, y también de forma indirecta financiando en este caso Centros de Investigación (Florice, Michela, & George M., 2009). El gobierno permite promover iniciativas y actuando como coordinador donde favorece espacios para la interacción e intercambio a través del diseño y aplicación de instrumentos que permiten que las alianzas se conviertan en realidad con resultados óptimos. (Martínez, 2019)

En el Modelo de la "Cuádruple Hélice" (Figura 5), se siguen manteniendo las relaciones de la TH, pero esta propuesta ya involucra al ciudadano en el proceso de innovación, pues este ya es visto como un elemento más que conforma una ciudad o territorio, por lo cual este tiene capacidad de tomar decisiones al igual de tener el derecho de participar en el proceso de innovación.

Figura 5. Cuádruple Hélice



Fuente: (Frías, 2015)

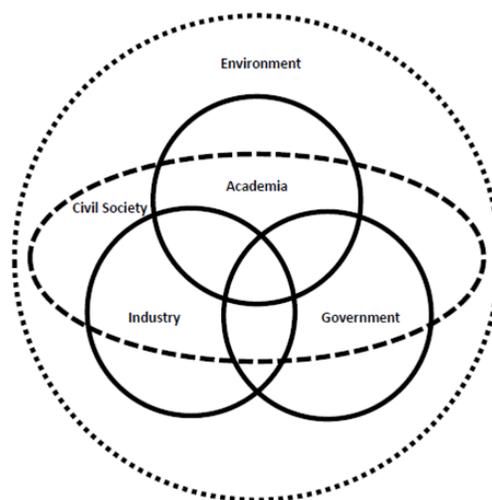
El modelo de la Cuádruple Hélice propone que las ciudades juegan un papel importante en el desarrollo de sus estrategias y el crecimiento exponencial de las mismas. La ciencia, la tecnología y la creatividad basada en el conocimiento son las bases de este modelo. También lo es la democracia, la inclusión social y la pervivencia de las nuevas tecnologías en cada una de las hélices. Y este modelo es necesario que lo comiencen a aplicar las administraciones más locales y no los estados, pues son las que están próximos a los retos que plantean sus ciudades y sus ciudadanos (Guillén D. , 2018). Este predecesor de la Triple Hélice tiene como objetivo principal:

- ☼ Cooperar con los usuarios para los que se destina un producto o servicio permite que ellos ofrezcan nuevas miradas y profundizar en sus necesidades y obstáculos.
- ☼ Se reduce la incertidumbre sobre si cubre bien las necesidades de estos usuarios. No se refiere a una clave mercantil, esto es aplicable para lo público también.
- ☼ Se cubre mejor la problemática de proyectos que son complejos, por ejemplo, de servicios que deben cubrir necesidades en medio de lo social, lo

económico, lo tecnológico, con diversos actores y personas involucradas.
(GOVUP, 2018)

Hoy en día el modelo de innovación de la Quíntuple Hélice propone hacer frente a los retos actuales del calentamiento global a través de la aplicación de los conocimientos y know-how, ya que se centra en el intercambio social (social) y la transferencia de conocimientos dentro de los subsistemas de un estado específico o Estado-nación. Dicho modelo 'no lineal' de innovación combina el conocimiento, el saber hacer y el medio ambiente-sistema natural en un marco "interdisciplinario" y "transdisciplinario", con el cual proporciona un modelo para comprender la gestión basada en la calidad del desarrollo económico eficaz, recuperar un equilibrio con la naturaleza y así procurar el desarrollo sustentable tan aclamado. En resumen, el modelo de la Quíntuple Hélice representa un modelo adecuado en la teoría y la práctica, que ofrece a la sociedad comprender el vínculo entre el conocimiento y la innovación, con el fin de promover un desarrollo sustentable. (Carayannis, Barth, & Campbell, 2012)

Figura 6. Quíntuple Hélice



Fuente: (Carayannis, Barth, & Campbell, 2012)

La quintuple hélice (Figura 6) representa una interacción colectiva, un intercambio de conocimiento que incluye cinco subsistemas o hélices: (1) Sistema Educativo; (2) Sistema Económico; (3) Entorno Natural; (4) el Público basado en los medios de comunicación y en la cultura y/o sociedad civil y (5) el sistema político. (Castillo-Vergara, 2020)

La función de cada una de las hélices se describe en la siguiente tabla:

Tabla 1. Función de las hélices

<u>Sistema</u>	<u>Capital</u>	<u>Componentes</u>
Educativo	Humano	Integrado por: la academia, las universidades, los sistemas de educación superior; capital humano que está siendo formado en los ámbitos de investigación y difusión del conocimiento: estudiantes, profesores, científicos / investigadores.
Económico	Económico	Se refiere a los sectores productivos; al capital económico existente en las industrias, empresas, servicios y bancos. Esta hélice incluye el espíritu empresarial, productos, tecnología, dinero, etc.
Natural	Natural	Se refiere a los recursos, las plantas, la variedad de animales, etc. Permite la supervivencia de las personas y es decisivo para un desarrollo sostenible.
Público	Social e información	Integra y combina por un lado el "capital social", compuesto por: la tradición, los valores, la cultura y, por otro lado, el "capital de la información" o los medios de comunicación: televisión, Internet, periódicos, etc.
Político	Político y legal	Representado por las entidades gubernamentales, aporta ideas, leyes, planes políticos, etc. así como la "voluntad", de hacia dónde se dirige el Estado-nación; además de la definición, organización y administración de las condiciones generales del estado.

Fuente: Elaborado con base en (Jácome García, Sosa Alcaraz, & Sarmiento Franco, 2018)

Este modelo considera el conocimiento como la parte fundamental ya que su circulación está en contante estimulación a nuevos conocimientos, de esta forma el movimiento de las cinco hélices se da en la siguiente forma:

- **Paso 1:** Se inicia con una inversión hacia la hélice de la educación para promover el desarrollo sostenible referente al aspecto de calentamiento global.
- **Paso 2:** Con la entrada de nuevos conocimientos a través del capital humano en la hélice del sistema económico, el valor de la economía del conocimiento aumenta. A través de la mejora de los conocimientos, puede ser estimulada una economía orientada a la sustentabilidad, basada en la creación de conocimiento.
- **Paso 3:** Esta nueva sustentabilidad como salida del sistema económico será una nueva entrada de los conocimientos en la hélice del entorno natural. Este nuevo conocimiento comunica a la naturaleza que será cada vez más protegida, con menor explotación, destrucción, contaminación y despilfarro o derroche que el que ahora se lleva a cabo.
- **Paso 4:** La salida del medio natural es seguida por una entrada de nuevos conocimientos sobre la naturaleza y un estilo de vida más verde para la hélice del sector social. Aquí, se vuelve crucial extender lo anterior a través de los medios de comunicación. Este capital social, debe comunicar información sobre los deseos, necesidades, problemas o satisfacciones de los ciudadanos referente a este nuevo estilo de vida, como salida para la hélice del sistema político.
- **Paso 5:** La entrada de los conocimientos del sector social al capital político y legal, hará a la quintuple hélice más eficaz y sostenible en el tiempo. La nueva producción del conocimiento del sistema político conduce a través de

la circulación del conocimiento de nuevo al sistema educativo, al sistema económico, al medio ambiente natural y al sistema social.

Estos pasos nos muestran la forma en que las cinco hélices del modelo pueden relacionarse y contribuir en pro de un objetivo determinado. (Carayannis, Barth, & Campbell, 2012)

Este modelo apoya la formación de ganar-ganar, entre la ecología y la innovación, la creación de sinergias con la economía, la sociedad y la democracia, es decir, esta quintuple hélice es una "extensión plus" de la cuádruple hélice, ya que representa un mayor desarrollo y evolución en la línea de pensamiento que integra la ecología o medio ambiente en la era de la sociedad del conocimiento e innovación. (Carayannis & Campbell, 2014)

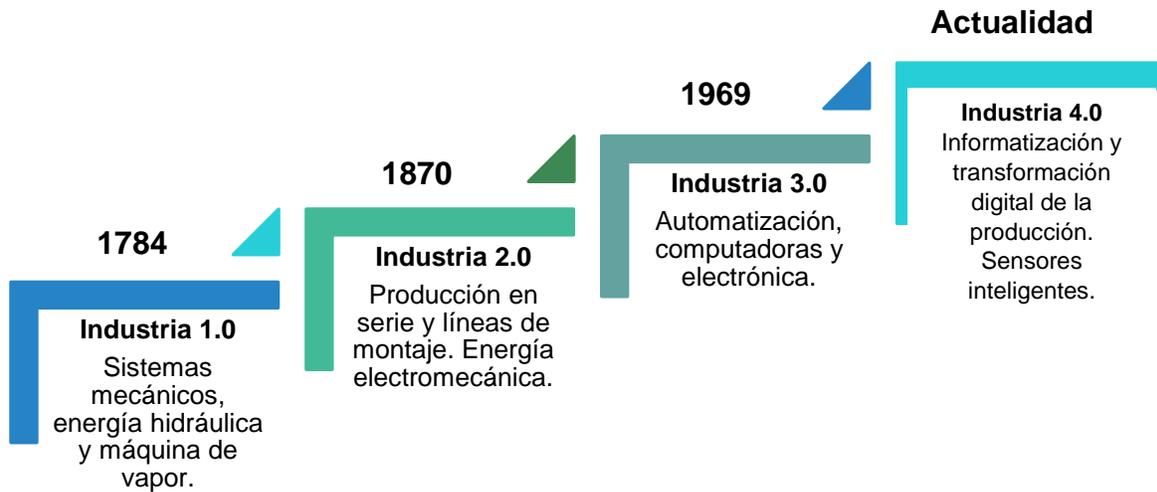
Al ser un modelo que integra la innovación científica y tecnológica e incorpora la sensibilidad ambiental la quintuple hélice debe dar como resultado productos innovadores que se sensibilicen con la sociedad y protejan al medio ambiente; por lo cual es importante que las empresas cuenten con las tecnologías que propone la industria 4.0, que brinden nuevos horizontes y perspectivas sobre el entorno organizacional de la industria, las cuales darán un impulso a la innovación social; en esta misma línea los gobiernos deben fomentar el camino hacia la innovación sostenible conectado las estrategias con inteligencia artificial tomando en cuenta su compromiso ambiental para evitar la destrucción de ecosistemas, catástrofes naturales e intentar revertir el calentamiento global.

1.5 Industria 4.0

Industria 4.0 es un término que fue utilizado por primera vez por el Gobierno alemán y que describe una organización de los procesos de producción basada en la

tecnología y en dispositivos que se comunican entre ellos de forma autónoma a lo largo de la cadena de valor (Blanco, Fontrodona, & Poveda , 2017).

Figura 7. Evolución de la Industria



Fuente: Elaborado con base en Admin (2019)

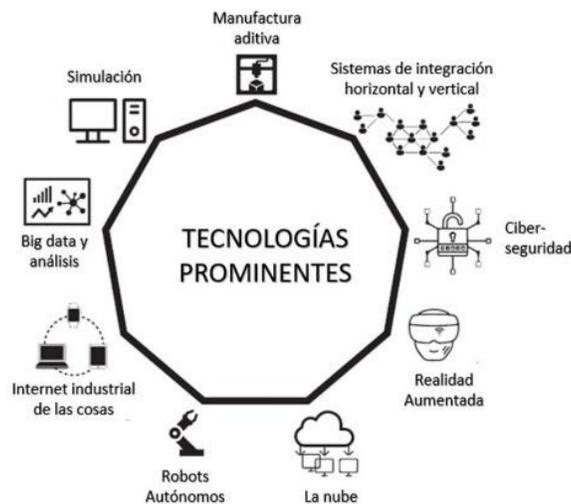
En la primera Revolución Industrial, entre los siglos XVIII y XIX, se mecanizaron los procesos de producción, transformando la economía agraria y artesanal en otra liderada por la industria. La segunda transición, en el siglo XX, trajo la producción en serie, con la aparición de fábricas y líneas de montaje que permitieron fabricar productos para el gran consumo. El final del Siglo XX trae una nueva transformación. El despliegue de la electrónica y la informática en los procesos industriales permitió automatizar las líneas de producción y que las máquinas reemplazaran a las personas en tareas repetitivas (Román, 2016).

La cuarta revolución industrial se está desarrollando en un mundo interconectado mediante redes de datos, redes de transporte de mercancías y viajeros, una sociedad

que se relaciona en red y que se encuentra dentro de mercados globales que concentran la producción industrial en países de bajo costo (Mahou Fernández & Díaz Pérez de Lama, 2018).

Las nueve tecnologías (Figura 8) sobre las que se fundamenta la Industria 4.0 ya se están utilizando actualmente en las empresas manufactureras, pero de forma aislada. Con esta nueva revolución, las cadenas de valor se transformarán en un flujo completamente integrado, automatizado y optimizado que mejorará la eficiencia y cambiará la relación tradicional entre proveedores, productores y clientes, así como entre personas y máquinas (Blanco, Fontrodona, & Poveda, 2017, pág. 152).

Figura 8. Tecnologías 4.0



Fuente: (Lara, 2018)

Las tecnologías 4.0 se definen de la siguiente forma:

Big Data y análisis. Es un análisis de un conjunto de datos de gran volumen, velocidad o naturaleza no pueden ser procesados en un análisis convencional puesto que sobrepasan la capacidad de un sistema habitual. Aplicado en la Industria 4.0 el análisis del Big Data es un determinante para la toma de decisiones en tiempo real.

Internet de las Cosas (IoT). La IoT se refiere a la interconexión en red de todos los objetos cotidianos, que a menudo están equipados con algún tipo de inteligencia. En este contexto, Internet puede ser también una plataforma para dispositivos que se comunican electrónicamente y comparten información y datos específicos con el mundo que les rodea. Así, la IoT puede verse como una verdadera evolución de lo que conocemos como Internet añadiendo una interconectividad más extensa, una mejor percepción de la información y servicios inteligentes más completos. (Salazar & Silvestre, 2016)

Robots autónomos. Son sistemas dinámicos que consisten en un controlador electrónico acoplado a un cuerpo mecánico. Así, estas máquinas necesitan de adecuados sistemas sensoriales (para percibir el entorno en donde se desenvuelven), de una precisa estructura mecánica adaptable (a fin de disponer de una cierta destreza física de locomoción y manipulación), de complejos sistemas efectores (para ejecutar las tareas asignadas) y de sofisticados sistemas de control (para llevar a cabo acciones correctivas cuando sea necesario). (Moriello, 2005)

La nube (Cloud computing). La nube comprende aplicaciones e infraestructuras ofrecidas como servicio a través de redes públicas o privadas, a menudo en modelo de pago por uso. Los productos y sistemas inteligentes (CPS y CPPS) generarán enormes cantidades de datos a almacenar y procesar que deben ser accesibles online desde cualquier lugar. La nube permite este flujo de datos sin fronteras y elimina la necesidad de inversión en infraestructuras para incrementar la capacidad, permitiendo una flexibilidad sin precedentes. (Román, 2016)

Realidad aumentada. Es una tecnología que integra señales captadas del mundo real (típicamente video y audio) con señales generadas por computadores (objetos gráficos tridimensionales); las hace corresponder para construir nuevos mundos

coherentes, complementados y enriquecidos – hace coexistir objetos del mundo real y objetos del mundo virtual en el ciberespacio-. Esta tecnología aprovecha las tecnologías derivadas de la visualización para construir aplicaciones y contenidos con las cualidades que estas áreas han madurado en las últimas décadas. (Heras Lara, 2004)

Ciber-Seguridad. Es el conjunto de herramientas, políticas, conceptos de seguridad, salvaguardas de seguridad, directrices, métodos de gestión de riesgos, acciones, formación, prácticas idóneas, seguros y tecnologías que pueden utilizarse para proteger los activos de la organización y los usuarios en el ciber entorno. Los activos de la organización y los usuarios son los dispositivos informáticos conectados, los usuarios, los servicios/aplicaciones, los sistemas de comunicaciones, las comunicaciones multimedios, y la totalidad de la información transmitida y/o almacenada en el ciber entorno. (ITU, 2010)

Sistemas de integración horizontal y vertical.

Integración horizontal: conecta todos los sectores (y sus respectivos sistemas) de la cadena productiva de una determinada industria. Desde el análisis de mercado, gestión de proveedores, hasta la producción, logística y distribución, la integración horizontal ayuda a los sectores a trabajar con más armonía y sincronización, optimizando recursos mientras que también integra análisis de mercado al proceso fabril. (Signals IoT, 2019)

Integración vertical: prevé la conexión de los sistemas específicos utilizados en cada una de sus etapas, conectando los datos, haciendo que la influencia fluya entre todos los niveles jerárquicos de manera más rápida y eficiente, disminuyendo el tiempo para toma de decisión y mejorando el proceso de gestión industrial. Así es posible

mantener la productividad en un nivel elevado, mirar las máquinas y monitorear su ciclo de vida, además de acompañar la producción en tiempo real. (Signals IoT, 2019)

Manufactura aditiva (Impresión 3D). Ofrece potenciales beneficios para el proceso de desarrollo de los nuevos productos, tales como reducción del tiempo de lanzamiento al mercado, alta personalización en los diseños y mejorías en la cadena suministro. (Rodríguez , Bonnard, & Alvares, 2017)

Simulación. Requiere de armar un modelo virtual a través del cual, una computadora pueda calcular los más probables y posibles resultados de una situación en específico, a través de la consideración de diferentes variables económica, políticas, geográficas, demográficas y en general, cada elemento que pueda aportar o interferir con la fabricación de un producto o servicio (Montiel Romero, 2018).

La Cuarta Revolución Industrial y sus pilares tiene un alcance mucho mayor que trasciende el campo de las empresas y las industrias, toda vez que sus principios son aplicables para las ciudades en su integralidad, promueven la transformación de todos sus procesos, agrupan una mirada mucho más holística de ciudad que, en última instancia, termina impactando de forma positiva en los ciudadanos. (Levy B., 2022)

Ciudades alrededor del mundo han retomado subsistemas heredados de la Cuarta Revolución Industrial, con el propósito de armonizar los procesos propios de las urbes como la movilidad, la salud, la educación, la economía, el medio ambiente manteniendo dichas ciudades informadas y conectadas, tanto con los ciudadanos como con los prestadores de servicios y las industrias. (Solex.biz., 2020)

Con las tecnologías derivadas de la industria 4.0 las ciudades logran recabar gran volumen datos, reducen costos gracias a la mejora en sus procesos con benefician la calidad de vida de sus residentes; un ejemplo de la aplicación de las tecnologías

inteligentes a las ciudades es (Giffinger, y otros, 2007), quienes proponen un estudio para el cual clasifican 70 ciudades europeas de tamaño medio enfocándose en seis dimensiones:

Tabla 2. Propuesta dimensional europea (Giffinger, y otros, 2007)

<i>Smart Economy</i>	Competitividad
<i>Smart People</i>	Capital humano y social
<i>Smart Governance</i>	Participación
<i>Smart Movility</i>	Transporte y tecnología
<i>Smart Environment</i>	Calidad de vida
<i>Smart Living</i>	Seguridad

Fuente: Elaboración propia con base en (Giffinger, y otros, 2007)

Los resultados muestran que una ciudad debía desempeñar los seis ámbitos y su desarrollo debía ser una combinación de características inteligentes con ciudadanos consientes, decididos e independientes. En función de su análisis, las siguientes fueron clasificadas como las ciudades de tamaño medio más inteligentes de Europa: Luxemburgo (Luxemburgo), Aarhus (Dinamarca), Turku (Finlandia), Aalborg (Dinamarca), Odense (Dinamarca), Tampere (Finlandia), Oulu (Finlandia), Eindhoven (Holanda), Linz (Austria) y Salzburgo (Austria).

Esto abre paso a un nuevo concepto de ciudad ya que, al momento de erigir las ahora ciudades inteligentes, es esencial la implementación de tecnologías para fomentar el crecimiento sustentable y el uso eficiente de los recursos que, en conjunto, y a largo plazo, serán los responsables de beneficiar a los ciudadanos, no sólo en el ámbito social, sino también en el económico (Carrillo, 2019).

Tabla 3. Integración de industria 4.0 y ciudades inteligentes.

Tecnología 4.0	Beneficio para las ciudades inteligentes
Internet de las cosas (IoT)	Gracias al IoT pueden recopilar datos a través de los sensores, dispositivos conectados y redes inteligentes para analizar los datos y obtener información valiosa para mejorar los servicios urbanos, la sostenibilidad, la seguridad, la movilidad y la transparencia de la ciudad. Por ejemplo, en el mantenimiento urbano, las administraciones pueden mejorar el estado de la ciudad con un control exhaustivo del mobiliario urbano y la gestión de los residuos.
Inteligencia Artificial	Gracias a la IA, los ayuntamientos pueden detectar fugas de agua y prevenir incidentes más rápido para poder solucionarlos en menos tiempo. La gestión del tráfico y la mejora de la seguridad de los ciudadanos en las carreteras es otra de las funciones de la IA en las ciudades.
Blockchain	Es la tecnología que permite a las ciudades sobreponerse a los grandes retos que se tienen hoy: participación, transparencia, sostenibilidad, competitividad, corrupción y fraude. Este servicio implica un proceso, demandando una alta frecuencia de registros y documentación, por lo que es esencial la transparencia y seguridad. Con el Blockchain se consigue proporcionar una base de información neutral, accesible y segura para evitar la corrupción y establecer la transparencia necesaria en la administración pública.
Tecnología Geoespacial	Las ciudades utilizan Geospatial technology para hacer que los entornos urbanos sean más accesibles y respetuosos con el medio ambiente o detectar desastres que afecten al ecosistema. En función de las necesidades de los ciudadanos esta tecnología reacciona a su demanda ofreciendo soluciones en el

	transporte, centrales eléctricas, redes de suministro de agua, protección civil o centros públicos entre otros.
--	---

Fuente: Elaboración propia con base en (NexusAdmistraIntegra, 2020)

La tabla 3 refiere tecnologías de la industria 4.0 que integran una parte de las innovaciones que se incorporan a las ciudades inteligentes por lo cual debe considerarse el proceso de industrialización.

1.6 ¿Qué son las Ciudades inteligentes?

Con palabras de Dorota Sikora-Fernández (2017) una Ciudad Inteligente se define como un territorio con gran capacidad de aprendizaje e innovación, creativo, con presencia de instituciones de investigación y desarrollo, centros de formación superior, dotado con infraestructura digital y tecnologías de comunicación, junto con un elevado nivel de rendimiento de gestión. Las ciudades pueden definirse como Smart (inteligentes) si cuentan con capital humano y social, infraestructura de comunicaciones, tanto tradicional como moderna (transporte y tecnologías de comunicación, respectivamente) y su desarrollo se ajusta a la teoría de desarrollo sustentable. Asimismo, la participación ciudadana en su sistema de gobierno debe contribuir en la mejora de la calidad de vida.

A partir de su aparición las ciudades inteligentes han sido caracterizadas de distintas formas, comenzando con el modelo europeo el cual se enfoca en seis características: Smart Economy, Smart People, Smart Mobility, Smart Environment, Smart Governance y Smart Living. Europa pone en marcha esta definición para 2016, donde 240 de las 468 ciudades que conforman el territorio europeo, que tuvieran más de 100.000 habitantes fueron clasificados como ciudades inteligentes de estas 240 ciudades destacan con número absoluto de Smart Cities, España la cual se encuentra en el número 1 de este ranking en conjunto con el Reino Unido e Italia. Australia,

Suecia, Dinamarca, Estonia, Noruega, Eslovenia e Italia son aquellas con el porcentaje más alto respecto al número de ciudades totales. A pesar de que el concepto se encontraba en sus primeras fases, las ciudades europeas que eran consideradas como "grandes", presentaban una madurez y ajuste bastante rápido a las iniciativas que eran dictadas.

Para América Latina la implementación del modelo urbano Smart Cities, ha marcado la pauta para un avance importante en Economía, Gobierno, Ambiente, Calidad de vida, Personas y Movilidad. Para 2013 uno de los primeros casos de éxito fue la ciudad de Medellín la cual fue denominada la ciudad más innovadora por Wall Street Journal, City Group y Urban Land Institute.

A pesar de los avances digitales que han tenido algunas zonas de Occidente, Asia del Pacífico continúa liderando el índice de digitalización, enfocándose principalmente en la digitalización urbana. Países como Japón, Corea del Sur, Taiwán, Hong Kong, Singapur por mencionar algunos; la propuesta inteligente está fundamentada en el crecimiento del Open Data, vehículos conectados a todo o V2X estrategia que fomenta la utilización de sensores y medidores en tiempo real para recabar información en tiempo real para ayudar en la optimización de pronósticos y reducción de costos lo cual disminuirá las afectaciones en entornos urbanos. Igualmente destaca la propuesta de wearables oficiales y el incremento en TCAC en un 22% de los puertos inteligentes; de manera que la estrategia en Asia del Pacífico es dirigir sus inversiones a la digitalización con la finalidad de construir ciudades automatizadas y productivas empleando una nueva gama de servicios orientados en las TI y desarrollo de software centrados en necesidades urbanas.

En América el Norte el caso más sobresaliente en 2016 fue la ciudad de Nueva York los pilares estratégicos para convertirse en referencia mundial fueron: enfocar la

innovación al crecimiento del ecosistema económico, fomentar la creación de nuevas tecnologías, conectar a los ciudadanos y a su vez crear una estrategia responsable para la utilización de dispositivos conectados.

Con lo antes señalado, Chourabi, Nam, Walker, Gil-García, Mellouli, Nahon, Pardo, Scholl (2012) crean una de las propuestas que han sido denominadas como uno de los marcos más comprehensivos e integradores para el análisis de desarrollo de las ciudades inteligentes. Los autores logran identificar ocho dimensiones que van desde nivel interno a externo, con impacto en el diseño, implementación y uso de la diversidad de iniciativas que tienen las ciudades inteligentes. La tabla siguiente expone la propuesta.

Tabla 4. Modelo de ciudades inteligentes de (Chourabi, y otros, 2012)

Dimensiones	Descripción
Gestión y organización	Factores organizativos y de gestión, tal como el tamaño de los proyectos, las actitudes y comportamientos de los directivos públicos o la diversidad organizativa, condicionan las iniciativas de <i>Smart cities</i> .
Tecnología	Una ciudad inteligente depende de un conjunto de tecnologías inteligentes. Sin embargo, el impacto que dichas tecnologías tienen es ambiguo dado que pueden mejorar la calidad de vida de los ciudadanos o profundizar la brecha digital.

Gobernanza	Los procesos, normas, prácticas, reglas que regulan el intercambio de información entre los diferentes actores. Implica considerar diferentes factores tal como el liderazgo, la colaboración, la comunicación, el intercambio de datos o la integración de servicios.
Contexto de políticas públicas	Componentes políticos (por ejemplo, las agendas públicas) e institucionales (por ejemplo, las barreras regulatorias) del entorno.
Personas y comunidades	Ciudadanos individuales y comunidades de la ciudad que influyen y son influidas por la ejecución de iniciativas de <i>Smart city</i> . Entre otros, contempla aspectos como la participación y los partenariados, la accesibilidad, la calidad de vida o la educación.
Economía	Inputs e impactos económicos relacionados con la ciudad inteligente tal como la innovación, la productividad o la flexibilidad.
Infraestructura	Disponibilidad y calidad de las infraestructuras tecnológica, tal como la red wi-fi o los sistemas de información orientados a servicios.
Medio Ambiente	Sostenibilidad y gestión adecuada de los recursos naturales.

Fuente: (Chourabi, y otros, 2012)

En este mismo año sale a la luz un estudio denominado como la rueda de Boyd Cohen (Figura 9), la cual fue desarrollada por investigador de la Universidad del

Desarrollo de Chile. Dicha rueda comienza su clasificación en seis dimensiones: medio ambiente, movilidad, gobierno, economía, sociedad y calidad de vida, las cuales desde el punto de vista del investigador chileno son las vías que hacen ciudades inteligentes. Pero estas seis dimensiones son definidas por tres componentes principales a los cuales adjunta sus indicadores.

Figura 9. Rueda de ciudades inteligentes de Boyd Cohen



Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Smart-City-Wheel-BoydCohen_fig3_300546223

El estudio denominó 10 ciudades como las inteligentes del mundo las cuales resultaron ser: Viena (Austria), Toronto (Canadá), París (Francia), Nueva York (Estados Unidos), Londres (Reino Unido), Tokio (Japón), Berlín (Alemania), Copenhague (Dinamarca), Hong Kong (China) y Barcelona (España). En Latinoamérica destacaron Santiago (Chile), Ciudad de México (México), Buenos Aires (Argentina), Río de Janeiro (Brasil), Curitiba (Brasil), Medellín (Colombia) y Montevideo (Uruguay).

Dos años después el modelo Smart se vuelve más complejo, puesto que la clasificación de las ciudades es por medio de diez dimensiones: gobernanza, gestión pública, planificación urbana, tecnología, medio ambiente, proyección internacional,

cohesión social, movilidad y transporte, economía y capital humano. El índice que arroja el IESE (2014) tras las modificaciones al modelo denomina las ciudades más inteligentes del mundo a Tokio (Japón), Londres (Reino Unido), Nueva York (Estados Unidos), Zúrich (Suiza), París (Francia), Ginebra (Suiza), Basilea (Suiza), Osaka (Japón), Seúl (Corea del Sur) y Oslo (Noruega).

El estudio más reciente por la IESE (2020) dio a conocer la lista de las 10 ciudades más inteligentes del mundo, dicho estudio está basado en el Índice de Ciudades en Movimiento, el cual arroja que la ciudad más inteligente a nivel global es Londres (Reino Unido) seguida de Nueva York (Estados Unidos), y París (Francia) las cuales ocupan el segundo y tercer lugar respectivamente, seguidos por Tokio (Japón), Reykjavik (Islandia), Copenhague (Dinamarca), Berlín (Alemania), Ámsterdam (Países bajos), Singapur (País de Asia), y Hong Kong (China).

Globalmente, Europa sigue dominando el ranking, con 27 ciudades entre las 50 más inteligentes del mundo. En este grupo se incluyen también 14 ciudades norteamericanas, 5 asiáticas y 4 de Oceanía. Por detrás, quedan todas las ciudades latinoamericanas. La primera representante es Santiago de Chile (68), ha avanzado 16 puestos en dos años, sobre todo gracias a sus progresos en cohesión social, seguida por Buenos Aires (90) y Montevideo (110) (Smartlighting, 2020)

1.7 Ciudades Inteligentes y sustentables

En nuestros días el termino Smart Cities o Ciudades inteligentes se está convirtiendo en un nuevo trending topic, a pesar de esto la idea no es tan nueva como podría pensarse, el concepto de Smart City nace en la década de los 90's como una propuesta urbana basada principalmente en la tecnología.

Este nuevo modelo de ciudad tendría como propósito responder a los diferentes retos que comienza a percibirse en las ciudades contemporáneas a nivel mundial,

estos llegaban a ser preocupantes puesto que cada vez era necesario el mejorar el consumo energético, una disminución de contaminantes, la cual conllevaría a una reducción gradual del cambio climático. La idea de una *ciudad inteligente* queda fundamentada principalmente en la *Teoría del desarrollo sustentable*, la cual postula un cambio social pacífico y gradual, que de manera organizada y planificada modifique nuestra relación con la naturaleza, con nosotros mismos y con la sociedad.

Tomando otro punto de vista en el Informe Brundtland se define el concepto de "Desarrollo Sustentable", de la siguiente manera: el desarrollo sustentable es el que satisface las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras, para satisfacer sus propias necesidades. Encierra en sí, dos conceptos fundamentales:

- ⌘ El concepto de "necesidades", en particular las necesidades esenciales de los pobres a los que debería otorgarse prioridad preponderante;
- ⌘ La idea de limitaciones impuestas por el estado de la tecnología y la organización social entre la capacidad del medio ambiente para satisfacer las necesidades presentes y futuras. (Ramírez Treviño, Sánchez Núñez , & García Camacho, 2004)

Por lo tanto, el hecho de implementar un modelo de *Smart city* debe ser bajo el supuesto de generar, ecosistemas que garanticen el bienestar y un mejoramiento de la calidad de vida de los seres humanos, en un tanto que, para la generación actual como para las generaciones venideras, las condiciones de vida sean cada vez mejores; a lo cual los objetivos a nivel social y económico deben estar justificados desde un punto de vista sustentable.

Schaffers, Komninos, Pallot, Trousse, Nilsson, Oliveira (2011) afirman que una ciudad inteligente es un entorno de innovación abierta y orientado al usuario que permite

experimentar y validar servicios basados en la tecnología. La característica principal de las ciudades inteligentes es que estas responden a los retos con mecanismos de innovación abierta, explota la red de internet, lo cual conlleva en la mayoría de los casos a nuevos modelos colaborativos gracias al intercambio de conocimiento.

1.7.1 Retos para las Ciudades inteligentes

La crisis sanitaria por la COVID-19 representa el reto más grande para las urbes a nivel mundial, no se trata de ser un territorio inteligente o no ya que las sugerencias urbanas han pasado a segundo plano. Se comienza a percibir una disminución población causada por las víctimas del virus y el afamado distanciamiento social.

El reto urbano es el segundo problema que afronta la creación de los territorios inteligentes, puesto que la parte urbana es donde yace el mayor beneficio, como ya se dijo en apartados anteriores la creación de la ciudad inteligente debe adecuarse a las necesidades de cada país. Primeramente, deben comenzar a pensar, cómo crear un sistema de datos abiertos para que los residentes reciban información en tiempo real, la visualización en tiempo real permite una toma de datos precisos y consistentes los cuales ayudan a las mejoras continuas; por ejemplo: ayudan a los conductores a visualizar una ruta alternativa cuando hay tráfico del mismo modo beneficia a usuarios del transporte público, los alerta para prevenir sus horarios de salida y tomar alguna ruta alternativa para evitar contratiempos con sus compromisos, además de eso la información debe ser accesible y comprensible para los ciudadanos para después gestionar de una forma más eficiente los servicios dentro de la ciudad. Al hacer esto se presenta una oportunidad gigantesca para las empresas locales, ya que, al saber las preferencias de los residentes crearan productos y servicios que se adecuen a las necesidades que demanda la población, de esta forma las empresas crean necesidades en la población, ya que si solo se limitan a satisfacerlas no tendrán un crecimiento continuo.

La urbe inteligente presenta diversos retos dentro de su implementación, los cuales deben ser tomados en cuenta para que su desarrollo se vea mínimamente interrumpido por estos riesgos. Entre ellos destacan:

⇒ Seguimiento de las líneas estratégicas.

Los proyectos inteligentes no deben ser tratados de forma individual pues estos también forman parte del funcionamiento de la ciudad. El desafío real para las ciudades inteligentes es el saber cómo vincular la estrategia Smart con la estrategia de la ciudad para seguir las líneas de desarrollo necesarias para crear el territorio inteligente que se planteó desde el principio.

⇒ Colaboración público-privada.

La promoción de la colaboración público-privada. Sin dejar que sea la empresa, como ha ocurrido en algunas ocasiones, la que lidere el desarrollo de las ciudades inteligentes, es importante potenciar la colaboración público-privada, implicando a socios fuertes que son parte del ecosistema de innovación. Este tipo de cooperación es particularmente importante ante las restricciones presupuestarias con las que cuentan muchas administraciones públicas locales. Fórmulas tradicionales de colaboración público-privada pueden ayudar a financiar la construcción de ciudades inteligentes, uno de los retos más significativos a los que estas deben enfrentarse. (CISCO, 2014)

⇒ Inteligencia colectiva y co-creación.

Bajo el sistema de innovación abierta se plantea que el crecimiento de las ciudades debe comprometer a todos los agentes a seguir los parámetros establecidos para el desarrollo de la ciudad, al hacer esto los ciudadanos deben ser involucrados en la misma magnitud, para que el progreso de creación sea constante. Este punto podría ser llamado como el más importante, puesto que es aquí donde radica el concepto de innovación social

y crowdsourcing descrito por (Phills, Deiglmeier, & Miller, 2008) definen la innovación social, la que se genera desde abajo y nace en/de los ciudadanos y las comunidades, como la solución nueva a un problema que es más efectiva, eficaz, sostenible o justa que las soluciones existentes y para la cual el valor creado se transfiere al conjunto de la sociedad. Por su parte, el crowdsourcing es un modelo de producción y resolución de problemas en el que se trabaja con un grupo abierto de ciudadanos independientes (profesionales o no), que hacen aportaciones libres, generalmente en un entorno Web, a un determinado proyecto o problema.

⇒ Tomar como referencia experiencias realizadas.

Como se ha planteado la receta para crear o recrear un proyecto Smart no existe, cada ciudad tiene proyectos distintos y deficiencias previamente identificadas. Teniendo en cuenta su estrategia, objetivos y prioridades, las ciudades deben desarrollar sus modelos de Smart city en base a su idiosincrasia, a sus ventajas competitivas y sus limitaciones. Sin embargo, aprender de los demás es beneficioso. El análisis detenido de experiencias externas permite evaluar las similitudes y posibilidades de transponer, adaptar o aprovechar el conocimiento generado. (Gascó, 2017)

⇒ Retos tecnológicos.

Si bien la tecnología no es un reto para el desarrollo de las ciudades; existen factores internos dentro del proceso tecnológico que podrían impedir la construcción de una Smart city. En primer plano de habla de la interoperación, la cual bloquea o impide la interconexión de o el intercambio tecnológico de datos. Esta interrupción en el sistema rompe con una de las condiciones del buen funcionamiento de las claves Smart, pues restringe el hecho de que los

ciudadanos tengan acceso libre a la información y en el exterior a los datos abiertos.

En segundo plano esta la seguridad y privacidad. Uno de los primeros pasos para lograr una ciudad inteligente es el hecho de integrar diferentes tecnologías con infraestructuras para ofrecer mejores servicios, pero al crear una dependencia tecnológica, se pueden desarrollar fallos en estas implementaciones que detonan en riesgos para los ciudadanos. Un claro ejemplo es el sobre crear aplicaciones basadas en servicios y fuentes de datos el riesgo se produce al no saber si alguna de estas pueda tener un fallo en el largo plazo; pues al fallar una el sistema caería en efecto cascada por la interconexión que existe entre ellas.

⇒ Riesgo de exclusión

Impulsar nuevas tecnologías tiene dos lados, el positivo se ha explicado a lo largo de las características del modelo Smart, resumiendo puede decirse que este contribuye a un mejoramiento en la calidad de vida de los ciudadanos gracias a la accesibilidad y facilidad de sus usos.

La parte negativa proviene cuando el uso de las tecnologías ocasiona desigualdad y ampliamente la brecha tecnológica. Este riesgo no es exclusivo a una parte de la ciudadanía, sino que como país también se tiene el trance de no tener acceso a tecnologías de calidad.

A nivel ciudadanía se habla de un problema ocasionado por la poca capacidad que podría llegar a existir al explotar los datos, en este caso la brecha digital será la encargada de llevar a cabo el análisis masivo de datos comenzando por los ciudadanos y llevándolo incluso entre las organizaciones que forman parte del modelo.

Para el país se hablaría del no cumplimiento del *spillover*, transmitir el conocimiento, lo cual implicaría que la brecha y las externalidades sean cero ya que no se encuentran mecanismos de transmisión. Por lo tanto, el país no tendría un óptimo proceso de innovación o sería dependiente de la tecnología de otro país.

⇒ Problemas de movilidad.

La congestión crónica del tráfico, tiene numerosas consecuencias negativas por la pérdida del tiempo y los daños al medio ambiente; el deterioro de la salud producido por la contaminación, el ruido y la sedentarización; la extrema dependencia de los derivados del petróleo; los accidentes de tráfico; la alteración de la estructura territorial por la construcción de carreteras y autopistas, con afecciones al paisaje y la biodiversidad; la ocupación del espacio urbano por infraestructuras para la circulación y aparcamiento de vehículo, son algunos de ellos. (González, 2010)

⇒ SARS-CoV-2

Las zonas urbanas son la zona cero de la pandemia del COVID-19, con un 90 % de los casos comunicados. Las ciudades están sufriendo las peores consecuencias de la crisis, muchas de ellas con sistemas de salud sobrecargados, servicios de agua y saneamiento inadecuados y otros problemas. Este es el caso en particular en las zonas más pobres, donde la pandemia ha puesto de manifiesto desigualdades profundamente arraigadas (Guterres, 2020).

1.7.2 Sustentabilidad de las Ciudades Inteligentes

“Una Ciudad Inteligente Sustentable es una ciudad innovadora que utiliza las tecnologías de información y comunicación y otros medios para mejorar la calidad de vida, la eficiencia de la operación y los servicios urbanos, y la competitividad,

garantizando al mismo tiempo la satisfacción de las necesidades de las generaciones presentes y futuras con respecto a los aspectos económicos, sociales y ambientales” (UIT-TFG-SSC, 2014)

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC's) impactan en todos los ámbitos de la vida humana por las características que aportan a la sociedad del conocimiento, y por todas las posibilidades que brindan al desarrollo de nuevas formas de organizarse, comunicarse, educar y aprender, con ello la transformación y evolución de la misma sociedad. Las TIC's engloban todo aquello que tiene que ver con los servicios de redes, software, así como con los dispositivos o periféricos que tienen como finalidad el apoyar y mejorar la calidad de vida de las personas dentro de un entorno. (Suarez Gutierrez, 2023)

La idea de desarrollo sustentable de una población se refiere a la capacidad de crecimiento y expansión de manera equilibrada, en un ambiente biológicamente sano, socialmente saludable y económicamente sólido, trascendiendo los niveles de pobreza y aprovechando de manera consciente y planificada sus recursos naturales, tanto renovables como no renovables, de manera que se pueda garantizar su aprovechamiento para las generaciones actuales y su existencia y disponibilidad para las futuras. (Páez, 2007)

Las ciudades inteligentes o ciudades sostenibles cuentan con infraestructuras eficientes y durables de agua, electricidad, telecomunicaciones, gas, transportes, servicios de urgencia y seguridad, equipamientos públicos, edificaciones inteligentes de oficinas y de residencias, etc. Deben orientarse a mejorar el confort de los ciudadanos. Deben ser cada vez más eficaces y brindar nuevos servicios de calidad. Además, tiene que respetar al máximo los aspectos ambientales. Eso conlleva un uso prudente y en declive de los recursos naturales no renovables. (Fundación Aquae,

2021) Las ciudades inteligentes trascienden a energías renovables procedentes de fuentes inagotables donde el principal reto es mitigar el uso de fuentes contaminantes (en su mayoría recursos no renovables), trascender dependerá del tipo de insumos de cada ciudad, es posible que algunas tecnologías de la industria 4.0 no sean sustentables.

Citando a Julia Máxima Uriarte (Uriarte, 2020) una ciudad sustentable debería regirse principalmente por las siguientes directrices:

- 1º. **Igualdad de derechos.** Los ciudadanos de una ciudad sostenible gozan de igualdad de derechos en materias fundamentales como el acceso a la salud y la educación, el disfrute de un hábitat saludable y que no atente contra la salud, y una convivencia digna sin abarrotamientos, miseria, ni violencia.
- 2º. **Tránsito ecológico.** El desplazamiento de los ciudadanos en la ciudad debe darse de la mejor manera posible, minimizando la quema de combustibles contaminantes y, eventualmente, el gasto de electricidad. Esto exige inversión en nuevos materiales y la búsqueda de modelos urbanos que permitan el uso de la bicicleta, que minimicen la necesidad de automóviles propios y que sean eficaces en sus mecanismos masivos (metro, autobuses, trenes, etc.).
- 3º. **Utilización racional de los recursos.** Esto no sólo apunta a los combustibles, sino a la disposición de aguas servidas, a la tala indiscriminada, a la expansión urbana indetenible y el embaulamiento de ríos, etc. Las ciudades no pueden crecer para siempre sin preservar espacios verdes y mantener un cierto balance con los espacios rurales.
- 4º. **Las tres R's.** Una ciudad sustentable debe educar a su población para la reducción de materiales contaminantes y evitar el despilfarro energético; para la reutilización de los materiales que no requieren de ser comprados nuevamente; y para el reciclaje de los materiales de desecho que no deben

mezclarse con la basura líquida y biodegradable. Hace falta en ese sentido formar una ciudadanía global.

El 75% del consumo de recursos naturales tiene lugar en las ciudades, éstas producen el 50% de los desechos globales, y son responsables entre el 60 y el 80% de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI). (López S. C., 2021) Las infraestructuras son responsables de proveer servicios públicos, movilidad urbana, integración entre países, reducir o a manera de lo posible erradicar la desigualdad social, exportación por diferentes medios (marítimo, terrestre o aéreo) en forma exitosa así mismo importar bienes de calidad para su población.

Para mostrar la importancia infraestructural se ejemplificará con dos casos en el que la sustentabilidad de las ciudades juega un papel importante para el desarrollo del país.

Caso 1. Frankfurt (Alemania)

Lara-María Mohr, directora del proyecto "Frankfurt refresca", explica que "los tejados verdes tienen numerosos efectos positivos: protegen un edificio, lo aíslan y lo enfrían. Esto también ahorra costes. Absorbe el ruido, las plantas filtran el polvo fino y los efectos de las fuertes lluvias se amortiguan porque la lluvia puede ser absorbida por el sustrato. Además, cada habitante del edificio gana un nuevo hábitat, al igual que los insectos y las aves". La gestión del agua es otra esfera de interés. En el centro, esto implica superficies más porosas para permitir que la evaporación enfríe las calles. En las afueras de la ciudad supone crear ríos y espacios para recoger el agua de lluvia. Cada cambio es pequeño, pero la temperatura media aumenta cada década, y quieren mantener la ciudad cómoda y habitable. (Wilks, 2020)

Caso 2. Doha (Qatar)

Hoy, esta ciudad capital presenta grandes retos y desafíos para manejar grandes problemas urbanos, constructivos y climáticos. Siguiendo los mismos pasos estratégicos de Dubái, la capital de Catar es un espectáculo urbanístico donde son muchos los urbanistas, arquitectos estrella e ingenieros que contribuyen a dañar tanto el paisaje urbano, el tejido social y cultural, así como a promover lujosas construcciones y acciones poco sostenibles con el fin de servir al régimen político absolutista del país. La política del consumo ha ganado y conquistado terreno en una gran parte de la sociedad catari. Como si de un bosque artificial se tratase, la ciudad del desierto ya tiene sus rascacielos de vidrio y acero, centros comerciales, megaproyectos y establecimientos exclusivos aptos para unos pocos. (García, 2019)

En el **caso 1** la propuesta de tejado verde realizara cambios importantes en la ciudad ya que con su implementación reducirá las emisiones de Co₂, puesto que una de las causas son el uso de aires acondicionados o calefacciones, ya que este mantendrá edificios habitables para su población a pesar de que las temperaturas sean extremas.

Paralelamente se lee el **caso 2** en el que los grandes edificios y construcciones no permiten poca ventilación natural, ocasionando islas de calor incomodando la vida cotidiana de sus habitantes, a su vez ejemplifica la desigualdad social puesto que la mayoría de sus proyectos de entretenimiento son dirigido a un solo gremio, limitando al resto de su población por no vivir en las mismas condiciones.

Hoy en día, el urbanismo debe orientarse hacia tendencias más ambientalistas no sólo por cuestiones de protección ambiental, sino de coherencia con un entorno adecuado necesario para el desarrollo del ser humano. La visión instrumental que prevalece, no sólo en el diseño de políticas sino también en la percepción social,

requiere de una reorientación, y de replanificaciones sobre lo ya construido
(Newman, Paoletto , & Inoguchi, 1999)

Capítulo 2.

Proceso de innovación en México una comparativa rumbo al desarrollo de una
Ciudad Inteligente.

2.1 Ecosistema de innovación en México

Un ecosistema de innovación exitoso es cuando empresas, universidades y gobiernos se unen para crear un entorno colaborativo e innovador, en el que todos trabajan juntos y comparten resultados en común, proporcionando un intenso intercambio de experiencias. El resultado es el desarrollo de empresas intensivas en conocimiento, con visión global y fuerte crecimiento, lo que repercute favorablemente en la economía de las regiones implicadas. (Barceló, 2021)

Una forma de adelantarse a sus competidores, donde se valora la experimentación. Incluso se pueden cometer errores porque los errores guiarán la innovación eficaz. Atraer el interés de los estudiantes es otro valor agregado a los ecosistemas de innovación. Se convierten en verdaderos centros de captación de talento. Las ciudades donde se ubican estos centros conquistan visibilidad y generan muchos puestos de trabajo. Los ecosistemas integrados, las personas más calificadas y las ideas innovadoras son los principales impulsores de la creación de valor en el futuro. (NEOENERGIA, 2022)

Los principales actores del ecosistema de innovación y emprendimiento en México son: (1) Asociaciones privadas y empresariales vinculadas a Innovación y Emprendimiento, (2) Incubadoras y aceleradoras de negocios, (3) Firmas de Venture Capital e Inversionistas Ángeles, (4) Centros de investigación vinculados al quehacer empresarial, (5) Otras instituciones y redes de apoyo público y privado a la innovación y emprendimiento. (ProChile, 2014)

Figura 10. Ecosistema de Innovación en México



Fuente: (Comité Intersectorial para la Innovación, 2011)

El Programa Nacional de Innovación (2011) describe los siguientes pilares como aquellos que mantienen el funcionamiento del ecosistema de innovación en México (Figura 9):

1. Mercado nacional e internacional.

Objetivo: Fortalecer la demanda interna y externa por productos, servicios, modelos y negocios innovadores creados en México.

Actores: Consumidores, empresas y gobierno.

2. Generación de conocimiento con orientación estratégica.

Objetivo: Incrementar la disponibilidad y posibilidad de aplicar el conocimiento dirigido a la innovación.

Actores: Instituciones de educación superior, centros de investigación y empresas.

3. Fortalecimiento a la innovación empresarial.

Objetivo: Fortalecer la base de empresas y entes públicos que demanden la generación de ideas y soluciones innovadoras para llevarlas al mercado.

Actores: Empresas y entes públicos.

4. Financiamiento a la innovación.

Objetivo: Promover la concurrencia de recursos públicos y privados que permitan incrementar las fuentes de financiamiento necesarias para el emprendimiento y la innovación.

Actores: Gobierno, inversionistas privados y mercado financiero.

5. Capital humano.

Objetivo: Mejorar e incrementar las contribuciones productivas, creativas e innovadoras de las personas.

Actores: Trabajadores, estudiantes, empresarios e instituciones educativas.

6. Marco regulatorio e institucional.

Objetivo: Sentar las bases de un marco normativo e institucional que favorezca la innovación.

Actores: Sectores público, privado y académico.

Para que se lleve a cabo un óptimo desarrollo y fortalecimiento del ecosistema de innovación, se requiere la formación de un Sistema Nacional de Innovación que coordine la participación de los agentes públicos, privados y académicos.

2.2 Sistema Nacional de Innovación

En las últimas décadas, los gobiernos en el mundo han puesto un gran interés por lograr ventajas competitivas en sus economías que les permitan alcanzar un crecimiento económico sustentable, equiparable o mayor que el de sus pares. Una de las formas a que se recurre con más frecuencia para lograr estas ventajas competitivas es el desarrollo de una mejor capacidad de innovar, es decir, de “generar nuevos productos, diseños, procesos, servicios, métodos u organizaciones o de incrementar valor a los existentes”¹ (Comité Intersectorial para la Innovación, 2011)

¹ Ley de ciencia y tecnología

Con palabras de Gabriela Dutrénit (1994) se define el concepto de Sistema Nacional de Innovación como el conjunto de agentes, instituciones, articulaciones y prácticas sociales vinculadas a la actividad innovadora en el interior de las naciones. Éste constituye el entorno institucional en que ocurren los procesos de aprendizaje.

A su vez es un sistema abierto no excluyente, del cual forman parte todos los programas, estrategias y actividades de ciencia y tecnología, independientemente de la institución pública o privada o de la persona que los desarrolle (COLCIENCIAS, 2022).

La finalidad de los SI, además de impulsar el desarrollo de innovaciones a través de la ciencia y la tecnología, de promover la productividad y la diferenciación del aparato productivo, se sitúa en la búsqueda de prosperidad, entendida ésta tanto en el aspecto económico (crecimiento del PIB) como en el social, a través de la generación de empleos y la mejora de la calidad de vida de la población. (Sánchez Ahuja & Pedroza Zapata , 2011)

2.2.1 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Una parte integral del Sistema Nacional de Innovación es el CONCYT que fue creado en 1935, en ese momento se hacía patente en México la necesidad de destinar recursos de todo orden para el fomento de las actividades relacionadas con el desarrollo científico; por tal razón y mediante Decreto Presidencial del 30 de octubre de 1935, nace el Consejo Nacional de Educación Superior y de Investigación Científica, organismo precursor del CONACYT. (Mendoza, 2015)

La Ley Orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (2002), en adelante CONACyT, es un organismo descentralizado del Estado, no sectorizado, con personalidad jurídica y patrimonio propio, que goza de autonomía técnica, operativa y administrativa, con sede en la ciudad de México, Distrito Federal. El CONACyT

tendrá por objeto ser la entidad asesora del Ejecutivo Federal y especializada para articular las políticas públicas del Gobierno Federal y promover el desarrollo de la investigación científica y tecnológica, la innovación, el desarrollo y la modernización tecnológica del país.

El Sistema de Centros Públicos de Investigación del Conacyt (2022) está conformado por 26 instituciones, coordinadas sectorialmente por la Unidad de Articulación Sectorial y Regional. Estos centros de investigación comparten cuatro ejes fundamentales en su quehacer:

- i. Realizar actividades de investigación.
- ii. Formar recursos humanos altamente especializados, principalmente a través de programas de posgrado.
- iii. Promover la mejora y el avance científico con el objetivo de impactar en los sectores públicos, productivo y social.
- iv. Generar información técnica y científica derivada de sus procesos de investigación y generación del conocimiento.

Actualmente son 26 centros de investigación y un fideicomiso para el financiamiento de los estudios de postgrado los que conforman el sistema, los cuales están distribuidos en toda la República Mexicana (Figura 11).

Figura 11. Ubicación de los centros CONACYT.



Fuente: (CONACYT, 2022)

Los cuales son: El Colegio de México, Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales, Centro de Investigación en Ciencias de Información Geoespacial, Centro de Investigación e Innovación en Tecnologías de la Información y Comunicación, Fondo para el Desarrollo de Recursos Humanos, Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, Centro de Investigación en Química Aplicada, Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Electroquímica, Centro de Ingeniería y Desarrollo Industrial, CIATEQ A.C., Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Centro de Innovación Aplicada en Tecnologías Competitivas, Instituto Potosino de Investigación Científica y Tecnológica, Instituto de Ecología, Instituto Nacional de Astrofísica, Óptica y Electrónica, Centro de Investigaciones en Óptica, Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Centro de Investigación en Matemáticas, Centro de Investigación Científica de Yucatán A.C., Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada, Baja California, Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Instituto de Investigaciones Dr. José María Luis Mora, El Colegio de la Frontera Sur, El Colegio de San Luis, El Colegio de Michoacán, Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social, Centro de Investigación y Docencia Económicas, A.C., El Colegio de la Frontera Norte y un Fondo para el Desarrollo de Recursos Humanos; a su vez estos centros se dividen en 5 coordinaciones (Tabla 5) dependiendo de la afinidad de sus objetivos e intereses.

Tabla 5. Coordinaciones de investigación.

Coordinación	Líneas temáticas
Materiales, manufactura avanzada y procesos industriales.	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Control y Automatización de Sistemas. ◆ Nanotecnología.

	<ul style="list-style-type: none"> ◆ Robótica y mecatrónica. ◆ Microelectrónica. ◆ Química aplicada/polímeros. ◆ Diseño y fabricación de prototipos. ◆ Herramientales. ◆ Prueba, mecánica y caracterización de materiales. ◆ Ingeniería de Plantas y procesos. ◆ Metrología. ◆ Sistemas mecánicos.
Física, matemáticas y ciencias de datos.	<ul style="list-style-type: none"> ▣ Ciencias de la Tierra. ▣ Astrofísica. ▣ Óptica. ▣ Electrónica. ▣ Matemáticas Aplicadas. ▣ Desarrollo de nuevos materiales. ▣ Logística y cadena de suministros para la industria. ▣ Ciencias de la Computación ▣ Modelación, Simulación y Desarrollo de Software. ▣ Telecomunicaciones.
Medio ambiente, salud y alimentación.	<ul style="list-style-type: none"> ● Ciencias ambientales. ● Biodiversidad. ● Manejo de recursos naturales. ● Ciencias del Agua. ● Ordenamiento ecológico y territorial. ● Remediación ambiental. ● Sistemas de producción de alimentos. ● Tecnología de Alimentos.

	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Salubridad alimentaria. ⦿ Salud pública. ⦿ Biotecnología.
Política pública y desarrollo regional.	✘ N/A
Historia y antropología social.	<ul style="list-style-type: none"> ⦿ Antropología. ⦿ Patrimonio Cultural. ⦿ Lingüística. ⦿ Historia. ⦿ Estudios Literarios.

Fuente: Elaboración propia con base en CONACYT (2022)

CONACYT cuenta con nueve consorcios (Tabla 6) de los cuales su objetivo es pactar la colaboración entre dos o más centros de investigación para atender las necesidades de una región del país y de un sector determinado de desarrollo científico y tecnológico (Vilchis, 2022).

Tabla 6. Consorcios CONACYT

Objetivo	Consorcio
Manufactura avanzada.	<ul style="list-style-type: none"> ✧ CITTA. ✧ CENTA. ✧ MTH. ✧ CITLAX. ✧ Consorcio de Innovación Textil y Manufactura 4.0 de Hidalgo. ✧ Centro de Desarrollo de Manufactura Avanzada para la Industria Electrónica del Estado de Jalisco. ✧ CONMAD.
Energía renovable.	✧ COA.
Hidrocarburos.	<ul style="list-style-type: none"> ✧ Consorcio Cd. Del Carmen. ✧ CLEMA.

Agroalimentarios	<ul style="list-style-type: none"> * ADESUR. * Consorcio Agro-Hidalgo. * COITTEC. * CIIDZA. * CIDEA. * CONVID.
Multidisciplinario sociales.	<ul style="list-style-type: none"> * INTELNOVA. * CentroMet. * CIDIGLO.

Fuente: Elaboración propia con base en CONACYT (2022)

A su vez se cuenta con *Programas de Investigación de Largo Aliento* (P.I.L.A.) tienen como propósito contribuir a la solución de los problemas nacionales al definir, priorizar y alinear su agenda de investigación alrededor de ocho líneas temáticas las cuales están basadas en los temas de prioridad nacional establecidos en el Programa Especial de Ciencia, Tecnología e Innovación (Peciti), del cual los principales ejes rectores que se definieron fueron: cambio climático y sustentabilidad; alimentación; tecnologías de la información y comunicación (TIC) para el bienestar; energía; innovación tecnológica y manufactura avanzada; naturaleza del universo; sociedad y desarrollo; así como obesidad, diabetes y síndrome metabólico (CONACYT, 2022).

P.I.L.A cuenta con tres publicaciones actualmente:

- 1) Naturaleza del universo.
- 2) Cambio climático y sustentabilidad.
- 3) Sociedad y desarrollo.

2.2.2 Panorama General de la Innovación

El Índice Mundial de Innovación es fundamentalmente una clasificación de las capacidades y los resultados en el ámbito de la innovación de las economías de todo el mundo. En él se tienen en cuenta la función fundamental de la innovación como

motor del crecimiento económico y la prosperidad, así como la necesidad de que exista una amplia visión de la innovación aplicable a las economías desarrolladas y emergentes; además, se incluyen indicadores que van más allá de los indicadores tradicionales empleados para medir la innovación, como, por ejemplo, el nivel de investigación y desarrollo (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2018).

2.2.2.1 Patentes

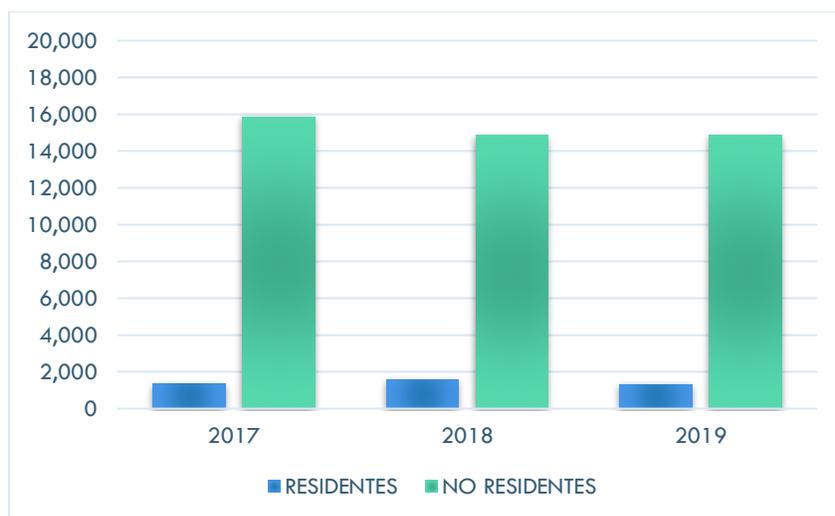
La mejor alternativa para garantizar la protección de los desarrollos científicos y tecnológicos es hacer una solicitud de patente para así conseguir el registro, que en algunos casos permite el resguardo no sólo en el país de origen, sino que se extiende a otros (Becerril, 2019).

Se definirá una patente como el derecho de uso exclusivo que te da el Estado sobre un invento que puede ser un producto o proceso, como fórmulas químicas o compuestos, maquinaria, dispositivos electrónicos, procedimiento para la fabricación de un producto, entre otros (Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, 2019).

Según la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y la Organización Mundial de la Propiedad Industrial (WIPO, por sus siglas en inglés), los flujos de solicitudes de patentes en una economía determinada se clasifican en tres: (i) residentes (nacionales), (ii) no residentes (generalmente empresas trasnacionales de otros países) y, finalmente, (iii) externas (empresas nacionales que solicitan patentes en el extranjero) (Aboites, 2006). Elaborando perfiles estadísticos para hacer comparativa entre México y China con datos estadísticos de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (2021) se observa que en México (Grafica 1) en 2017 del total de solicitudes que recibió el IMPI, 92% (15,850) corresponde a solicitudes de no residentes y el 8% (1,334) restante fueron solicitudes nacionales, a lo de periodo

que compete esta investigación el mayor número de solicitudes se reciben en territorio mexicano son provenientes de extranjeros. En 2019 se recibieron 14,863 solicitudes de no residentes y 1,305 de residentes, representando más del 90% del total las solicitudes provenientes del exterior. El dominio de las solicitudes de agentes extranjeros sobre las nacionales se confirma al estimar la relación de dependencia tecnológica (Guzmán, Gómez Viquez, & López Herrera, Nueva Época, número especial, agosto 2018) en caso mexicano la dependencia tecnológica es 11.38².

Grafica 1. Solicitud de patentes en México (2017-2019)



Fuente: Elaboración propia con base en datos estadísticos de la OMPI (2021)

China (Grafica 2) reporta lo contrario puesto que se ha convertido en el segundo país con más solicitudes de patentes en el mundo; obtener la exclusividad para utilizar una invención en un mercado con millones de personas es una razón comercial suficiente para la internacionalización de la protección en China, pero no la única. La República Popular, en la actualidad ya se ha convertido en uno de los líderes globales

² La relación de dependencia es el número de patentes de no residentes (extranjeros) entre el número de patentes de residentes (nacionales).

en I+D y en solicitudes de patente internacionales, lo que, sumado a su enorme capacidad de producción la convierten, desde un punto de vista estratégico, en un territorio imprescindible para proteger la propiedad industrial (PI) (McGeoch, 2021). En 2019 el 89% (1,243,568) de las solicitudes provenían de residentes mientras el 11% (157,093) restante fueron solicitudes por parte de no residentes, indicando la nula dependencia tecnológica (0.126) que tiene China con otros países.

Grafica 2. Solicitud de patentes en China (2017-2019)



Fuente: Elaboración propia con base en datos estadísticos de la OMPI (2021)

2.2.2.2 Investigadores

El éxito de un país no solo se debe al buen manejo de las políticas macroeconómicas, a decisiones empresariales adecuadas o a oportunidades del mercado nacional e internacional, también dependen del conocimiento de las tecnologías pertinentes y de un personal técnico bien entrenado, es fundamental disponer de una capacidad científica y tecnológica actualizada que permita desarrollar y solucionar las mejores

tecnologías disponibles, preparar los profesionales necesarios y tener un conocimiento profundo de los recursos y posibilidades (Ramírez, 2010).

En México existe el Sistema Nacional de Investigadores el cual tiene por objeto promover y fortalecer, a través de la evaluación, la calidad de la investigación científica y tecnológica, y la innovación que se produce en el país. El Sistema contribuye a la formación y consolidación de investigadores con conocimientos científicos y tecnológicos del más alto nivel como un elemento fundamental para incrementar la cultura, productividad, competitividad y el bienestar social (CONACYT, 2022).

Actualmente en México existen siete áreas de conocimiento (Tabla 7) de acuerdo con los beneficiarios que tiene inscritos CONACYT (2022) la cantidad de investigadores que se tiene son Área I: 4,401 (15%), Área II: 4,318 (15%), Área III: 3,391 (12%), Área IV: 4,250 (15%), Área V: 4,602 (16%), Área VI: 3,471 (12%) y Área VII: 4,145 (15%) dando un total de 28,578 beneficiarios reconocidos por el Sistema Nacional de Investigadores, la distribución porcentual que representa cada área es muy parecida por lo que presentarla en un gráfico sería poco representativo.

Tabla 7. Lista de investigadores vigentes por área de conocimiento (2018).

Área de conocimiento	Beneficiarios	Porcentaje
Área I: FÍSICO-MATEMÁTICAS Y CIENCIAS DE LA TIERRA	4,401	15%
Área II: BIOLOGÍA Y QUÍMICA	4,318	15%
Área III: MEDICINA Y CIENCIAS DE LA SALUD	3,391	12%
Área IV: HUMANIDADES Y CIENCIAS DE LA CONDUCTA	4,250	15%
Área V: CIENCIAS SOCIALES	4,602	16%
Área VI: BIOTECNOLOGÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS	3,471	12%

Área VII: INGENIERÍAS	4,145	15%
Total general	28,578	100%

Fuente: Elaboración propia con base en datos del CONACYT (2022)

Por ejemplo, con comparación con otros países, en el caso de que ocupa el primer lugar con 1,870,000 investigadores en 2018 y Estados Unidos el segundo, con 1.430.000 en 2017. El tercer lugar corresponde a Japón con 680.000 investigadores en 2019, seguido por Alemania, con 430.000 en 2018 y Corea del Sur con 410.000, también en 2018. (nippon, 2020)

Las publicaciones de China superaron los 500.000 artículos en revistas, situándose por delante de la producción estadounidense, que abarcó un total de 422.808. De esta manera, el Gigante Asiático se posiciona como el líder mundial de investigación científica. Por otro lado, India ocupó el tercer lugar en 2018 con 135.788 textos de investigación. El continente asiático se afianza como el principal generador de artículos científicos, logrando un total de 664.051. Mientras que la producción colectiva de la Unión Europea alcanzó los 622.000 artículos, lo que representa casi una cuarta parte del porcentaje mundial. (Ekos, 2020)

2.3 Procesos de Innovación en México

El Sistema Nacional de Innovación debe ser el encargado fortalecer y construir los procesos de innovación mediante políticas públicas que intensifiquen la colaboración gobierno, empresa, universidades para el beneficio de la sociedad.

En México el Programa Nacional de Innovación es aquel que por su definición establece políticas públicas para promover y fortalecer la innovación en los procesos productivos y de servicios, e incrementar la productividad y la competitividad de las empresas. (Secretaría de Economía, 2016)

El Plan Nacional para la Innovación (PNI) tiene el objetivo de articular los esfuerzos de innovación nacionales en beneficio de la sociedad y del desarrollo nacional con la participación de universidades, pueblos, científicos, empresas privadas y organismos públicos. Como parte del proceso de generación del PNI, el Consejo General de Investigación Científica, Desarrollo Tecnológico e Innovación, máximo órgano rector en el país, estableció en diciembre 2020 las prioridades que guían los esfuerzos del sistema de Humanidades, Ciencias, Tecnologías e Innovación: Salud, Energía y Seguridad Humana. Con este planteamiento contundente, el PNI está en proceso de desarrollo, incluyendo las estrategias que habilitan la construcción de soluciones sustentables, enfocadas en resolver retos críticos en estas prioridades, con resultados tangibles que se traduzcan en beneficios para la sociedad y el ambiente. (CONACYT, 2022)

2.4 Movimiento de las Cinco Hélices

En el capítulo anterior el modelo de la cuádruple hélice se define como un proceso de innovación abierta, mediante la comunicación de las cuatro instituciones se debe crear un ecosistema que impulse el cambio estructural y de esa forma el enfoque de este cambio sea buscar soluciones de largo plazo a problemas convencionales o continuar con el proceso de innovación.

Ahora bien, el enfoque quíntuple representa una perspectiva que focaliza sobre una situación ganar-ganar entre medio ambiente e innovación mediante la generación de sinergias por medio de la interacción entre cinco subsistemas. El primero, representado por la academia y las universidades que configuran el capital humano. El segundo, personificado por las empresas e industrias que materializan el aspecto económico. El tercero, conformado por el medio ambiente y los recursos naturales etiquetado como capital natural. El cuarto, plasmado por la sociedad a través de la

cultura y los medios de información que establecen el sistema capital social; y el quinto subsistema se halla en la figura del Estado y sus instituciones a partir del cual emanan leyes y lineamientos que inhiben o fomentan la interacción entre el resto de los subsistemas. (Anónimo, 2022)

2.4.1 Gobierno

La investigación y desarrollo (I+D) es el proceso de investigación en conocimientos científicos y técnicos, con el objetivo de desarrollar tecnologías para obtener nuevos productos, materiales o procesos. Para ello, en las actividades de I+D, será fundamental que pueda apreciarse un importante nivel de creatividad o novedad. (López Cabia, 2016)

El gobierno es aquel sector que suele facilitar los gastos en I+D a las empresas ya que estos contemplan todos aquellos relacionados con la investigación científica. Se incluirán en ellos todos los gastos asociados a los proyectos de investigación y desarrollo: gastos de personal, compras de materias primas, transportes, suministros. (López Cabia, 2016)

A pesar del costo humano y económico de la pandemia de COVID-19, los gobiernos y las empresas de muchas partes del mundo han aumentado sus inversiones en innovación. La producción científica, el gasto en investigación y desarrollo (I+D), la presentación de solicitudes de derechos de propiedad intelectual y las operaciones de capital riesgo siguieron creciendo. (Organización Mundial de la Propiedad Intelectual, 2021)

La forma de medir el gasto en I+D de un país es utilizando el Índice Global de Innovación e cual tiene como objetivo evaluar dos grupos de indicadores: indicadores de entrada (insumos) e indicadores de salida (resultados). En el primer grupo, se evalúan las instituciones, el capital humano e investigación, infraestructura,

sofisticación del mercado y sofisticación de negocios. En el segundo grupo, se analizan los resultados en términos de producción de conocimiento y tecnología, y producción creativa. La relación entre estos dos índices se denomina razón de eficiencia, la cual expresa qué tan eficiente es un país en la generación de innovación teniendo en cuenta la calidad y cantidad de los insumos empleados. (Sistema Nacional de Competitividad e Innovación, 2021)

Grafica 3. Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB) (2017).



Fuente: Elaboración propia con base en datos del Banco Mundial (2017)

Con base en el gasto de I+D que indica el Banco Mundial (Grafican 3), Suiza continúa siendo el país más innovador, seguido por Suecia, Estados Unidos, Reino Unido, Países Bajos y la República de Corea. En Latinoamérica, Chile (posición 53) lidera el grupo de los países más innovadores de la región, seguido por México (55), Costa Rica (56), Brasil (57), Uruguay (65) Colombia (67) y Perú (70). Las últimas posiciones de la región las ocupan, Ecuador (91) y Bolivia (104). (Sistema Nacional de Competitividad e Innovación, 2021). Cabe mencionar que la innovación no es lo mismo que la investigación y desarrollo, la innovación es la materialización de la I+D.

En 2017 el índice reporta un constante desfase en la capacidad innovadora entre los países desarrollados y los países en desarrollo; las principales economías de Latinoamérica (Brasil, Argentina, Chile y México) presentan resultados positivos en cuestiones sobre capital humano e investigación y también en tecnologías de la información y comunicaciones (IMCO Staff, 2017). Mientras que los países desarrollados destacaron en la mayoría de las áreas que sustenta el índice; instituciones, capital humano e investigación, infraestructura, desarrollo de los mercados, desarrollo empresarial, producción de conocimientos y tecnología y producción creativa.

2.4.2 Universidades

Con datos de la (Encuesta Nacional de Juventud 2010), ocho millones de jóvenes no estudian ni trabajan, el 60% de los trabajadores viven en la informalidad y de un total de 10 millones de profesionistas mexicanos el 20% son abogados o contadores. Este es un claro ejemplo de que en nuestro país se necesita en forma urgente la vinculación del gobierno, universidades y empresas; para que se cree un equilibrio vocacional las carreras enfocadas a desarrollo tecnológico, las empresas capaciten a sus trabajadores para que dejen de tener dificultades al momento de cubrir un puesto de trabajo y el gobierno decreta políticas que verdaderamente se enfoquen al desarrollo tecnológico del país.

Actualmente México ha ocupado el segundo lugar en producción de conocimiento científico en América Latina por 20 años consecutivos y está en la posición 28 por volumen de producción científica con poco más de 25,000 artículos enfocados a la ciencia a nivel mundial.

Al hablar de la evolución de la producción científica, la aportación de México al conocimiento mundial aumentó de 0.7 a 1% en cinco años.

En respuesta a la innovación social que exige la cuádruple hélice y la industria 4.0 en Europa se crearon los Living Labs; un Living Lab o "Laboratorio Viviente" es un nuevo modelo donde todos los actores (Estado, Sector Productivo, Academia, Sociedad Civil organizada y los ciudadanos como la razón de ser de los anteriores) participan activamente apropiando la Innovación (Abierta y Colaborativa), en la co-creación y validación de las soluciones que necesitan ellos mismos, en contextos de uso reales, utilizando las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones -TIC- como medio, conformando así un ecosistema de Investigación y Desarrollo, que posibilita de manera permanente la Innovación Social. Con los Living Labs se trata de pasar de los laboratorios convencionales a los contextos de la vida real, y por lo tanto implica un cambio de paradigma para todo el proceso de Innovación, convirtiéndose en una Innovación Social por esencia, que, usando las TIC y las ciencias de la vida, se ocupa de la solución de los problemas humanos y sociales y de la vida de las personas en su día a día. Es lo más parecido a las mingas indígenas. (Roldán Velásquez, 2011)

En México también se tiene el espíritu de incluir a la sociedad en el proceso que se crea el Laboratorio de Software Libre (LABSOL) se creó con la intención de conformar un ecosistema de Innovación Abierta desde el cual se generasen iniciativas innovadoras, proyectos de impacto y por ende beneficios para nuestro Estado. Este objetivo se ha cumplido con creces y muestra de ello es que gracias a LABSOL y sus colaboradores, Zacatecas ha sido elegido recientemente coordinador de la Red de Laboratorios de Innovación (ILNET-Innovation Labs Network). Esta red integra a nueve estados de la República Mexicana y un laboratorio en Colombia, y guarda dentro de sus objetivos impulsar el talento latinoamericano y fomentar nuevas competencias en la juventud. (López Robles, 2017)

Actualmente el LABSOL cuenta con subsedes ubicadas a nivel nacional, las cuales son el Instituto Tecnológico de Tuxtepec (Ittux) y el Instituto Tecnológico de Pinotepa

Nacional (ITP) —ambos adscritos al Tecnológico Nacional de México (Tecnm)—, de Oaxaca; en la Universidad Tecnológica Fidel Velázquez (UTFV) e Instituto Tecnológico de Toluca (ITT, Tecnm), en el Estado de México; Instituto Tecnológico de Minatitlán (ITM, Tecnm) y el recién inaugurado en la Universidad Tecnológica del Centro de Veracruz (UTCV). (Rodríguez É. , 2017)

Los beneficiarios del Consejo Zacatecano de Ciencia, Tecnología e Innovación (Cozcyt) ha mostrado grandes resultado durante sus estadías en el Laboratorio Nacional de Software Libre (Labsol) puesto que a pesar de tener 34 proyectos, se tienen desarrollos de plataformas así como proyectos destables dentro de los cuales se encuentran la Aplicación Móvil Informativa y de Servicios del Ecosistema de Innovación y Transparencia Tecnológica del Edificio Photon Innovation Hub y la fabricación e instalación de una puerta digital. Además de la Plataforma de Transparencia Checa tu Lana; Diseño/Desarrollo de una Interfaz HMI Infotainment; Sistema Biométrico de Reconocimiento y Acceso Automatizado; Plataforma Digital de Red México de Radiodifusoras y Televisoras Educativas y Sistema Inteligente de Pre-diagnóstico y monitoreo del Embarazo, por mencionar algunos. (La Jornada Zacatecas, 2021)

2.4.3 Empresa

En la Industria 4.0, los Líderes digitales ponen a las personas en el centro de la transformación digital. Por ello, se deben fortalecer las competencias y habilidades digitales de los empleados cuyas tareas o actividades puedan verse afectadas por la automatización. Las empresas y el gobierno pueden trabajar juntos para ayudar a los empleados actuales y futuros a desarrollar las habilidades que vayan requiriendo los cambios tecnológicos. Estas cuestiones requieren inversión y paciencia, pero es posible lograrlo. (Forbes, 2018)

Mucho se ha comentado que el desarrollo de la industria 4.0 en la República Mexicana podría ser de gran ayuda para que se pueda avanzar en la adopción de operadores en forma digital. Los avances de la Industria 4.0 en México son:

Big data y análisis. Las empresas en México no saben qué hacer con el Big Data. Sólo 26% de las compañías dicen entender los beneficios de la tecnología y hacerla algo para adoptarla, cifra que contrasta con el 28% para la región de Latinoamérica, 39% para Norteamérica y que está muy lejos de la región líder, Asia Pacífico, que muestra un 49%. A escala global, mientras que 61 por ciento de los encuestados globales afirma tener alguna herramienta de análisis, sólo 39 por ciento entiende cómo extraer valor de los datos. (Morales, 2014)

Internet de las cosas (IoT). De acuerdo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), a través de un ejercicio de exploración de las direcciones IP de diferentes dispositivos, el volumen de Internet de las Cosas (IoT) en México equivale solamente a poco más de 8 millones de objetos conectados. Esta métrica nos coloca por debajo de países como Corea del Sur y Brasil. Si comparamos las estadísticas en proporción de la población, la penetración de dispositivos conectados equivale a 6.3% de la población mexicana, lo cual nos ubica en el lugar 18 respecto a la misma muestra de 24 países. Por otra parte, en lo referente a la inversión en Internet de las Cosas (IoT), México también presenta un rezago importante colocándose muy por debajo de países como Estados Unidos y China con importantes inversiones. (Ortiz, 2019)

Robots autónomos. México es uno de los grandes consumidores de robots industriales en América Latina, por lo que mejorar y desarrollar la productividad y la capacidad de estas tecnologías representa una oportunidad de negocios para las compañías locales e internacionales. Al comparar el grado de automatización en la

industria, México aparece a media tabla, a la altura con Estados Unidos, Alemania o Japón, asimismo, en la industria automotriz nacional, el grado de automatización es de 30 o 40%. (Salvatierra, 2019)

La nube. México se encuentra entre los países que más usan el cloud computing, con un 90% de las empresas que ya usan alguna solución en la nube y 9% que tiene planes de hacerlo. Esas cifras están en línea con las de América Latina, donde 90% de las empresas ya se han subido a la nube, superando a Norteamérica (78%), Asia-Pacífico (78%) y Europa (75%). (Morales, 2014)

Realidad aumentada. La realidad aumentada es una poderosa herramienta de ventas, ya que puede ayudar a dar a conocer un producto más detalladamente, o bien, a convencer a los clientes indecisos sobre una compra. En México, existe una oferta variada de aplicaciones de realidad aumentada que las organizaciones pueden adquirir y adaptar a su línea de negocio. (Deloitte, 2019)

Ciber Seguridad. Durante el 2015, la mayor parte de las empresas locales, solamente invirtieron 3.87% o alrededor de \$5 millones de dólares norteamericanos en seguridad cibernética del total de su presupuesto para TI. Según el reporte Ciberseguridad y privacidad: de la percepción a la realidad de PwC México, reveló que las empresas mexicanas participantes están planeando incrementar exponencialmente -hasta en un 68%- su inversión en infraestructura de seguridad y hasta un 70.2% en detección de malware y medidas de prevención. (Cortés, 2019)

Sistemas de integración horizontal y vertical.

- ★ **Horizontal.** Como parte de una estrategia de integración horizontal, Coca-Cola adquirió en el año 2007 del Valle, una de las principales empresas mexicanas de jugos con el objetivo de ampliar su portafolio de bebidas principalmente en América Latina. De esta manera Coca Cola además de gozar de su fuerte presencia en el mercado de las gaseosas, logra cubrir otros

frentes haciéndose cargo de la fabricación de productos sustitutos como lo fueron las bebidas energéticas en un primer momento (como ocurrió con el lanzamiento de Powerade) y de jugos, como sucedió posteriormente en este caso con la adquisición de esta empresa mexicana.

★ **Vertical.** Coca-Cola no sólo es un ejemplo en el caso de las estrategias de integración horizontal, también, en el caso de las estrategias de integración vertical, la compañía ha adquirido un protagonismo importante comprando plantas encargadas de la fabricación de envases y material de empaque (integración vertical hacia atrás). De esta manera logra cosas como reducir los costos de producción eliminando los márgenes de los proveedores y asegurar una continuidad del suministro y calidad en los insumos. (Isaza, 2016)

Aunque en México ya existen ciertos generadores de datos (sensores, semáforos, tarjetas electrónicas de pago), todavía hace falta saber utilizar la información. Así, en la mayoría de los casos, dichas bases de datos provienen directamente de los sistemas que utilizan y no se almacenan, por lo tanto, al no generar Big Data no se puede procesar adecuadamente la información y utilizarla de manera automatizada. En la mayoría de los casos no se cuenta con procesos formales y herramientas robustas de calidad y homologación de la información (Rodríguez A. , 2019). Actualmente el IoT está lo suficiente avanzado en la zona céntricas del país, estas políticas comienzan a excluir a la periferia cuando estas deberán ser los principales enfoques del IoT con el fin de mejorar su calidad de vida

El caso chino reporta lo siguiente:

Big data y análisis. China representará aproximadamente el 16,5 por 100 del mercado mundial de big data con un valor de 9.100 millones de dólares. (STATISTA, 2018) Tal es la importancia que está cobrando esta industria que 85 universidades en China ya cuentan con una especialidad en Ciencias de Datos y Tecnologías Big

Data, y algunas incluso han creado facultades e institutos especiales que imparten este tipo de estudios. (Zhexue Huang, 2016)

Internet de las cosas (IoT). La segunda economía mundial tiene previsto abrir varios laboratorios y centros tecnológicos para un mayor desarrollo del IoT, añadió Luo, quien también aseguró que el internet de las cosas pronto se aplicará en otras áreas como la agricultura, la energía, el medio ambiente o la atención médica. La industria china del internet de las cosas ha alcanzado una tasa de crecimiento anual de más del 25% en lo que va de año, hasta superar los 900.000 millones de yuanes (unos US\$ 138.000 millones). (Secco, 2017)

La nube. La industria de la computación en la nube de China ha experimentado un rápido desarrollo desde 2010 y su tamaño de mercado alcanzó 178.200 millones de yuanes en 2016, un aumento interanual del 18,8 por ciento. El crecimiento fue apoyado por los departamentos públicos, que sirven tanto de cliente como de gobierno, y por los operadores de telecomunicaciones, los proveedores del servicio. (Xinhua, 2017)

Realidad aumentada. En lugar de experimentar con la superposición de objetos virtuales en el mundo real, las empresas chinas se están enfocando en la fabricación de cascos o lentes de realidad virtual (RV) de bajo costo adecuados para jugar o ver películas, según los analistas. Baidu, sin embargo, presentó lo que puede ser la primera aplicación seria de China de RA. Baidu imagina un futuro en que la RA sea usado para la educación, la salud y el turismo. Los viajeros, por ejemplo, pueden ver imágenes restauradas de reliquias antiguas en los sitios turísticos después de escanearlos con sus teléfonos inteligentes. (Forbes Staff, 2016)

Ciber Seguridad. La Ley de Ciberseguridad se consigue mediante una ambigüedad que se presta a la interpretación y que dota a su vez al Gobierno chino de

mecanismos para la monitorización, la censura o el proteccionismo que han generado reacciones por parte de organizaciones de defensa de derechos humanos, así como de las multinacionales del sector. Las cuestiones sobre derechos y obligaciones de ciudadanos y empresas se abordan desde una aproximación que centraliza la responsabilidad en el Estado, en línea con el modelo de gobernanza del ciberespacio que el país promueve internacionalmente, frente al modelo de cooperación público-privada que promueven las normativas comparables de otros países. (Morán, 2017)

Sistemas de integración horizontal y vertical.

★ **Horizontal.** Adquirió en los últimos años varias refinerías en el exterior para aumentar su capacidad de refinación para mejorar su capacidad de comercialización en el mercado mundial. (Benavides González, 2013)

★ **Vertical.** El dinero de China no se traduce necesariamente en dominio. El enfoque vertical, la burocracia impenetrable y el acaparamiento de información por parte del gobierno pueden limitar la investigación. En la actualidad, las autoridades chinas han buscado solucionar el problema de tener demasiado control vertical. Este ha tenido algunas mejoras, como la divulgación de información entre grupos de profesionales y la reducción de los límites de parte de las autoridades a los profesores que demandaban la propiedad intelectual de sus descubrimientos para fines comerciales. (Mozur & Markoff, 2017)

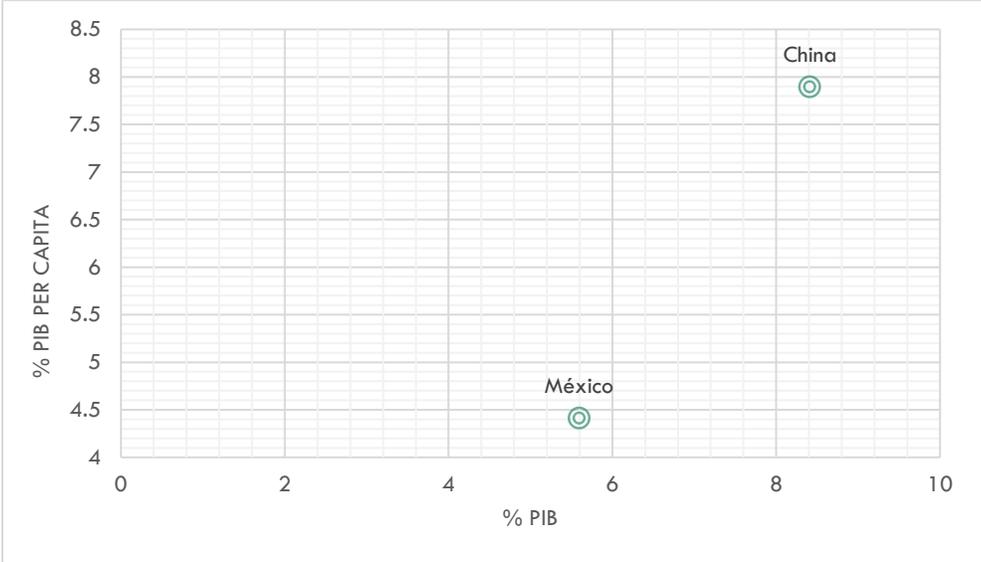
2.4.4 Sociedad

La forma más común para medir el grado de desarrollo de un país es mediante el Producto Interno Bruto per cápita (PIBpc) pues este representa el valor de todos los bienes y servicios finales generados en un país durante un año dado, el cual le

correspondería a cada habitante si dicha riqueza se repartiera a todos por igual. Se interpreta como una medida aproximada del bienestar material de la población, y de la capacidad gubernamental para realizar inversiones sociales como las educativas. Por ello ofrece elementos analíticos para dimensionar objetivamente las situaciones contextuales y las potencialidades económicas relativas de los distintos sistemas educativos nacionales y estatales (Panorama Educativo de México, 2007, pág. 89).

La tasa de crecimiento del PIB real suele usarse como indicador del estado de salud general de la economía: en términos amplios, cuando el PIB real aumenta, la economía está funcionando bien. Cuando ese aumento es fuerte, hay probabilidades de que las empresas contraten más trabajadores y la gente tenga más dinero para gastar (Callen, 2008).

Gráfica 4. Grado de desarrollo México vs China (2017-2019)

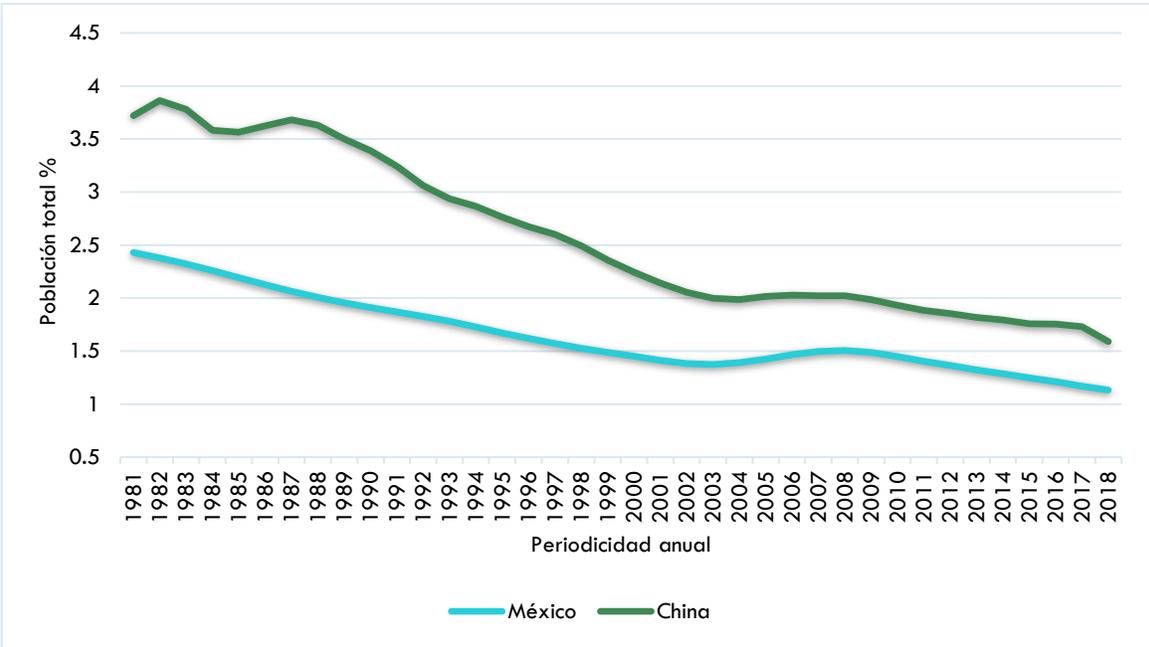


Fuente: Elaboración propia con base en Banco Mundial

El territorio mexicano es considerado como una megaciudad pues su población pasa de los 15 millones de habitantes, en la gráfica 5 se observa en comparativa con China que a lo largo del periodo México crece por encima del país asiático, con datos del

Banco Mundial el crecimiento porcentual del PIB chino se ubicó en 6.6% al termino de 2018, mientras que México solo creció 2% ese mismo año; aquí se ubica la respuesta al hecho de que el PIB Per Cápita sea poco competitivo a nivel mundial, puesto que este indicador al estar compuesto por una división entre el PIB y la población total, al registrar un crecimiento poblacional por encima del crecimiento económico se puede definir como una distribución cada vez menor en el ingreso a más población.

Gráfica 5. Tasa de crecimiento poblacional total (1981-2018)



Fuente: Elaboración propia con base en datos sobre las cuentas nacionales del Banco Mundial y archivos de datos sobre cuentas nacionales de la OCDE

El Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas (2019) indica que la población actual en México es de 134, 811, 539 millones de personas y su tasa de crecimiento se ubica en 1.3% anual; la población China cuenta con 1, 407, 488, 811 millones de personas y su tasa de crecimiento es de 0.6% por año, esto son 0.7% puntos menores que el crecimiento poblacional en el territorio mexicano.

México es el 10º país más poblado del mundo y el 97º más joven, dos años más joven que el promedio mundial, por lo que aún contamos con el bono demográfico donde gran parte de la población puede estudiar o trabajar (Arreola, 2019), pero del total de la población mexicana solo 57,558,59 personas están contabilizadas como población activa, con datos de la OECD (2019) solo el 26% de los jóvenes obtendrán algún título de educación superior a lo largo de su vida. Entre tanto China cuenta con una población activa actual de 783,194,00 personas, seis millones de estudiantes matriculados y su tasa de alfabetización supera el 94% según los datos del Banco Mundial. (universia, 2019)

Es bastante claro que la Industria 4.0 en China está más que desarrollada y continúa innovando día a día, la oferta académica en el tema tecnológico no es algo que preocupe a este país pues este cuenta con 48,814 patentes registradas, ocupa el tercer puesto en número de solicitudes y el número de patentes en vigor. El gigante asiático ha sabido integrar las tecnologías 4.0 para mejorar la calidad de vida de sus residentes y es un claro ejemplo de cómo se lleva a cabo el proceso de innovación.

El propósito de comparar ambos países es para definir como es que se integra el ecosistema de innovación, México tiene una gran tarea para crear el ecosistema ya que primeramente el gobierno debe proveer los recursos suficientes para el desarrollo de tecnologías avanzadas que logren incentivar a las empresas para el trabajo en conjunto, esta unión tendrá como fin el apoyo financiero a las universidades, las cuales deberán fomentar el aprendizaje para que la sociedad se vea involucrada en el desarrollo de tecnologías que mejoren los planes educativos.

China ha logrado integrarse a la Industria 4.0 siendo uno de los principales benefactores en el tema de la innovación pues no solo lidera en la mayoría de las categorías, este cuenta con una política regulatoria de ciberseguridad que protege

a sus pobladores y la información de sus empresas, las cuales se mantienen fomentando el conocimiento tecnológico e invirtiendo conjunto al gobierno en nuevas propuestas de inteligencia artificial que respondan o creen nuevas necesidades en la sociedad.

2.4.5 Medio Ambiente

En el campo ambiental se han desarrollado indicadores para entender, describir y analizar distintos fenómenos como el clima, la pérdida de suelos y el riesgo de especies, entre muchos otros. Si bien el uso de indicadores ambientales se ha extendido, no existe una definición única del concepto y éste varía de acuerdo con la institución y a los objetivos específicos que se persiguen. Una de las definiciones más conocida y aceptada proviene de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que desde hace varios años utiliza un conjunto de indicadores como información base para realizar evaluaciones periódicas del desempeño ambiental de los diferentes países que integran la organización. Según la OCDE, un indicador ambiental es un parámetro o valor derivado de parámetros que proporciona información para describir el estado de un fenómeno, ambiente o área, con un significado que va más allá del directamente asociado con el valor del parámetro en sí mismo. (SEMARNAT, 2022)

El Índice de Desempeño Ambiental (EPI por sus siglas en inglés) es una clasificación en base a una serie de indicadores numéricos definidos por el centro de Política y Ley Ambiental de la Universidad de Yale. Fue creado con el objetivo de disponer de datos que permitieran comparar el desempeño ambiental a nivel global y evaluar la sostenibilidad relativa entre países. El EPI ofrece una tarjeta de puntuación que destaca a los países líderes en materia de rendimiento medioambiental y proporciona una orientación práctica a los territorios que aspiran a avanzar hacia un futuro sostenible. (CLIMAT, 2021)

Dinamarca es el país que lidera el ranking de desempeño ambiental (Figura 12) convirtiéndose en el país más sostenible a nivel mundial, el país escandinavo es líder internacional en energía eólica y biomasa. En referencia a la agricultura, durante años, el gobierno danés ha estado impulsando medidas para convertir a Dinamarca en el país líder en producir sólo el 100% de alimentos orgánicos, fue el primer país en regular alimentos orgánicos. Esta buena gestión generó un crecimiento exponencial de las exportaciones de los productos de biomasa. La población danesa se caracteriza por tener una alta conciencia ecológica, esto se refleja en los datos como uno de los mayores consumidores per cápita de productos ecológicos de la Unión Europea. (FREENATUR, 2020)

Un líder en acción climática es Reino Unido, en 2021, fue sede de la COP26, la cumbre sobre cambio climático de la ONU, en la que resaltó que su economía creció 78 por ciento de 1990 al 2019, pero sus emisiones disminuyeron 44 por ciento. En 2019, fue la primera gran economía en convertir en ley el objetivo de alcanzar las cero emisiones netas para 2050. Para lograrlo, este año estableció que debe reducir sus emisiones 78 por ciento para 2035, una de las metas más ambiciosas del planeta. (Rubín, 2021)

La posición de privilegio de Finlandia se debe no solo a su compromiso para lograr una sociedad sin carbono que no exceda la capacidad de carga de la naturaleza para el año 2050, sino porque cuentan con una hoja de ruta con objetivos viables y medibles mediante indicadores de desarrollo sostenible. Hay que destacar, en este sentido, que el objetivo de Finlandia de consumir el 38% de su energía final procedente de fuentes renovables para 2020 es legalmente vinculante. (nuevatribuna, 2016)

Figura 12. Top 10 EPI (2022)

PAÍS	RANGO	PUNTAJE EPI	CAMBIO DE 10 AÑOS
FILTRAR POR REGIÓN: TODAS LAS REGIONES			
Dinamarca	1	77.90	14.90
Reino Unido	2	77.70	23.00
Finlandia	3	76.50	21.00
Malta	4	75.20	25.40
Suecia	5	72.70	15.80
Luxemburgo	6	72.30	13.50
Eslovenia	7	67.30	8.60
Austria	8	66.50	7.20
Suiza	9	65.90	8.20
Islandia	10	62.80	4.40

Fuente: Foto Universidad Yale (2022)

En el caso de América Latina y el Caribe (Figura 13) muestra que México se encuentra en la posición 73, pero este ocupa el primer lugar a nivel mundial en protección de áreas marinas, ya que el 22.3% de nuestros mares son Área Natural Protegida (ANP). Ese 22.3% de áreas marinas protegidas representa más del doble de lo que exige el compromiso establecido en la Meta 11 de Aichi ante el Convenio de Diversidad Biológica, del cual México es parte. (CITY EXPRESS, 2022)

La Semarnat señaló que México cuenta con 182 ANP, las cuales ocupan más de 90 millones de hectáreas destinadas a la conservación de la biodiversidad. De este territorio, 37 millones son áreas marinas y costeras, abarcando un total de 649 mil 587 kilómetros cuadrados. De igual manera el 92% de las islas mexicanas se encuentran dentro de un Área Natural Protegida. Entre estas últimas áreas protegidas destaca el recién creado Parque Nacional Marino Revillagigedo, que abarca un total de 14.8 millones de hectáreas. (Mov Magazine, 2018)

Figura 13. América Latina y el Caribe (2022)

PAÍS	RANGO	PUNTAJE EPI	CAMBIO DE 10 AÑOS
FILTRAR POR REGIÓN: AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE			
bahamas	28	56.20	9.80
barbados	36	53.20	12.70
San Vicente y las Granadinas	36	53.20	8.90
Antigua y Barbuda	39	52.40	9.70
Dominica	42	51.20	10.20
Panamá	47	50.50	9.90
Belice	49	50.00	-2.10
Santa Lucía	53	49.40	0.30
Granada	58	47.90	7.10
Trinidad y Tobago	59	47.80	19.00
Cuba	60	47.50	6.80
Chile	sesenta y cinco	46.70	6.80
Ecuador	66	46.50	9.20
Venezuela	67	46.40	0.20
Costa Rica	68	46.30	4.00
Surinam	70	45.90	-8.00
Jamaica	72	45.60	-2.00
México	73	45.50	12.40

Fuente: Foto Universidad Yale (2022)

El medio ambiente de las ciudades hace referencia a la sostenibilidad y la habitabilidad de estas. Las smart cities apuestan en materia de medio ambiente por la innovación y la sostenibilidad a partes iguales, por lo que se caracterizan por minimizar la contaminación y la generación de residuos, a la vez que gestionan de manera responsable recursos naturales como el agua, y apuestan por las energías renovables de fuentes no fósiles. También se consideran aspectos como la biodiversidad y las zonas verdes para la mejora del medio ambiente en las ciudades. (esmartcity, 2022)

2.4.6 Movimiento de las hélices en Latinoamérica

El modelo de innovación de la quintuple hélice permite explorar el desarrollo sostenible de los países desde la perspectiva de las capacidades que cada uno de ellos posee en términos de personal altamente calificado en ciencia y tecnología. Además, se examina su distribución entre los actores (hélices) y la movilidad global de este tipo de personas. (Barcellos de Paula, 2020)

A continuación, se presentan algunos ejemplos del movimiento de las hélices en países de Latinoamérica:

Santiago de Chile: Actualmente Chile lidera la lucha contra el cambio climático pues en su agenda nacional su principal modo de acción es apostar por el uso de energías renovables para reducir la emisión de gases de efecto invernadero y con esto mitigar las olas de calor derivadas de las fuertes sequías a las que se ha enfrentado los últimos años.

El país latinoamericano planea cerrar sus 28 centrales eléctricas de carbón para el año 2040. Como sustitución, combinará electricidad con energías renovables con el objetivo de, para el año 2050, haber alcanzado la neutralidad total de emisiones de carbono. Para conseguirlo, Chile apostará firmemente por las energías renovables. Para el año 2025, Chile quiere obtener un 20% de su energía de fuentes renovables como eólica o solar. El objetivo es conseguir en el futuro una independencia y seguridad energética sostenible y limpia que pueda ser exportable. (AQUAE Fundación, 2021)

Brasil: Invierte en I&D aproximadamente el 1,24% de su Producto Interno Bruto (PIB), cerca del 42% corresponden a los desembolsos empresariales, siendo el resto de origen gubernamental. (Brasil, 2016) En los últimos años Brasil ha realizado algunas acciones más puntuales, nacionales e internacionales, su gobierno ha

implementado convocatorias públicas entre las más recientes se incluyen el Programa Start-Up Brasil en asociación con la Secretaría de Políticas de Informática del Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicaciones (SEPIN/MCTIC); e iniciativas en asociación con SWISSNEX Brasil, empresas VALE S.A y Petrogal S.A. (Gonçalves-Alvim & Tortato Rauen, 2019)

El caso brasileño explica la vinculación de gobierno-empresas-universidades, el gobierno se encarga de crear un ambiente favorable para las negociaciones, ya que elaboran las políticas industriales en las cuales logran la interacción de agentes privados, aunado a que el gobierno proporciona recursos financieros incitando a las empresas a trabajar en la esferas productiva para que de esta forma la tarea principal de las universidades sea concentrarse en la generación de nuevos conocimientos y tecnologías.

Buenos Aires: La revista británica The Economist publicó el Índice Global de Calidad de Vida 2023 que mide 173 ciudades de todo el mundo. En el caso de Latinoamérica, Buenos Aires ha sido reconocida como la ciudad con la mejor calidad de vida, ubicándose en la posición 73 con un puntaje de 82.8, superando a urbes como Abu Dhabi (78) y Shanghái (89), y muy cerca de metrópolis como Edimburgo (58), Hong Kong (61), Roma (63) y Nueva York (69). (LA Network, 2023)

El país es catalogado como "el más agradable", Buenos Aires logro las mejores puntuaciones en categorías que involucran a su gobierno: calidad de la educación (100), sistema de salud (87,5) e infraestructura (85,7). Según se analizó el gobierno de la Ciudad, en educación, Buenos Aires supera en el ranking a ciudades como Berlín, Manchester, y Ámsterdam, mientras que en salud se posicionó mejor que Madrid, Miami y Sidney, y más de 20 puntos por encima de Montevideo, la segunda ciudad de Sudamérica. (Perfil, 2022)

El movimiento de las hélices genera una infraestructura de innovación, desarrollo y conocimiento, incorporar elementos de la industria 4.0 son de gran impacto para la generación de nuevas formas de vinculación y gestión, las cuales permitirán a las organizaciones gubernamentales la creación de nuevas estrategias para lograr ventajas competitivas que les permitan ingresar y permanecer en mercados globales.

2.5 Ciudades Inteligentes

Una Ciudad Inteligente es aquella que coloca a las personas en el centro del desarrollo, incorpora Tecnologías de la Información y Comunicación en la gestión urbana y usa estos elementos como herramientas para estimular la formación de un gobierno eficiente que incluya procesos de planificación colaborativa y participación ciudadana. Al promover un desarrollo integrado y sostenible, las Ciudades Inteligentes se tornan más innovadoras, competitivas, atractivas y resilientes, mejorando así vidas (Bouskela, Casseb, Bassi , De Luca, & Facchina, 2016).

2.5.1 Territorios inteligentes en el mundo

En 2020, las cinco ciudades que lideraron el ranking fueron: Londres, Nueva York, París, Tokio y Reikiavik. (SESANTIAGO, 2021)

La capital del Reino Unido lanzó Smarter London Together, un proyecto con el que busca convertirse en la ciudad más inteligente del mundo. ¿Cómo? A través de un trabajo colaborativo e integrado entre distintos actores de la sociedad y basados en un plan maestro digital flexible en donde se detallan aspectos como la colaboración con los municipios y diferentes servicios, que van desde la salud hasta el transporte.

Nueva York busca ser la ciudad líder del ranking en todas las dimensiones. Para esto se apoya en One NYC 2050, una estrategia de trabajo para los próximos 30 años y que incluye, por ejemplo, el proyecto 80×50, cuyo objetivo es reducir en 80% los

gases de efecto invernadero hacia el fin de las próximas tres décadas. También está la iniciativa 0x30, destinada a llegar a cero desperdicios en la ciudad en la próxima década.

París quiere optimizar los flujos de personas y vehículos por medio del IoT. También está desarrollando el proyecto de arquitectura Paris Smart City 2050, con el que espera transformarse en el símbolo de la lucha contra el cambio climático.

Tokio forma parte de la iniciativa Sociedad 5.0, con la que Japón busca crear una sociedad de próxima generación basada en datos, con foco en el ser humano y apoyada en el uso de inteligencia artificial y el IoT.

Reikiavik goza de fuentes de energía geotérmica e hidroeléctrica renovables y es líder en sostenibilidad energética y soluciones inteligentes. Además, tiene un sistema de transporte eficiente a través de una app y cuenta con un programa en donde las personas pueden presentar ideas para mejorar la vida en la ciudad.

2.5.2 Desarrollo de territorios inteligentes en México

Conforme a lo que indica el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) el país cuenta con cinco propuestas inteligentes:

Ciudad de México. La Ciudad de México destaca por las iniciativas al aspecto de movilidad inteligente implementando el sistema de administración de tráfico e incidentes, monitoreo de desastres ambientales y una red eléctrica inteligente; esta ciudad cumple con varias condiciones para considerarse una Smart City. Sus habitantes utilizan a diario varias aplicaciones para facilitar su movilidad por la ciudad (servicios de viajes compartidos, Uber, Easy, Cabify). A ello, se le suma que es una de las primeras urbes en implementar el sistema de bicicletas compartidas (eco bici) para acelerar y descongestionar el tráfico (Johannes, 2019)

Nuevo León. Con palabras de Manuel Nieblas Rodríguez, socio líder en la industria manufacturera en Deloitte; el avance de Nuevo León en la digitalización de la administración pública y en la estrategia Nuevo León 4.0, lo coloca un paso adelante hacia la concepción de ciudades inteligentes, cuenta con los recursos, ubicación, y con la triple hélice (en la que participan gobierno, empresas y academia) y “podría ser un buen laboratorio”, para transformarse en una ciudad inteligente (Flores, 2018).

Guadalajara. La ciudad está muy avanzada, pues ya tiene conectadas las cámaras; muy avanzado el sistema de monitoreo y control de iluminación; automatizados de muchos servicios, así como el monitoreo del tráfico, pues los semáforos le dan preferencia a un sentido u otro, de acuerdo con el flujo de automóviles. Además, ha comenzado a monitorear el servicio de agua para hacer una mejor distribución del líquido; y a automatizar la seguridad a través de su C5, por lo que en 2020 se podrá hablar de una ciudad inteligente (Staff High Tech Editores, 2018)

Maderas. La idea de una Smart City en Querétaro nació en julio de 2014 por iniciativa del gobierno estatal, así como diferentes instituciones del sector privado, que vieron en la localidad el espacio idóneo para construir, lo que ellos conciben, como la primera ciudad inteligente de México. La característica principal que hará de este proyecto una Smart city es la conectividad. Se concibe como una ciudad interconectada a través de Internet y dispositivos móviles, con una infraestructura ecológica y energías sustentables para su desarrollo (Pérez Valencia, 2015).

Puebla. ‘Smart Puebla’, la cual propone un modelo de gestión urbana transversal que involucra seis principales ámbitos: movilidad y planeación urbana; equidad social y humana; energía y medio ambiente; talento e innovación; resiliencia y seguridad; y servicios públicos y gobierno abierto. Algunos de los proyectos que se han puesto en marcha son un sistema público de bicicletas, la instalación de puntos para el

acceso gratuito a internet, unidades habitacionales dignas y sustentables, la herramienta digital "apps 4 Puebla" y el Instituto de Educación Digital del estado, entre otros (Deloitte, 2016)

2.6 Sustentabilidad de las ciudades

El medioambiente y las Smart Cities son dos de las grandes cuestiones a las que nos enfrentamos en la actualidad. No sólo hablamos de una mejor gestión de la energía y los residuos de cara al ahorro personal y colectivo, sino que existe una preocupación real por el planeta y la crisis climática en la que estamos inmersos. (WATTABIT, 2022)

Las ciudades de todo el mundo se enfrentan a importantes desafíos respecto a su limpieza y sostenibilidad ambiental. Los esfuerzos se centran en reducir la emisión de gases de efecto invernadero, contribuir a la economía circular y satisfacer la creciente demanda de energía. La gestión residuos sólidos urbanos representa una forma creativa y eficaz de abordar estas cuestiones complejas. (LEANpio, 2022)

Un ejemplo de ciudad con una buena gestión de residuos es Singapur esta ciudad tiene una población de alrededor de 5,61 millones. En promedio, el país produce alrededor de 0,86 kilogramos de basura por persona por día. Esta basura es desechada y transportada a un basurero marino. El relleno sanitario de Semakau es el primer y único relleno sanitario de Singapur situado en alta mar entre las islas del sur de Singapur. Cubre un área total de 3.5 kilómetros cuadrados y tiene una capacidad de 63 millones de m³. Para crear el espacio del relleno sanitario requerido, se construyó un fondo rocoso perimetral de 7 km para encerrar una parte del mar entre Pulau Semakau y Pulau Sakeng. Los materiales de desecho sólidos, una vez que se han segregado correctamente, se envían a las plantas WTE para su incineración. (Yes-Sun Environmental Biotech, 2013)

Madrid continua por el camino inteligente puesto que ha optimizado la recogida de residuos en la ciudad esto lo ha logrado colocando sensores volumétricos de llenado, dicha tecnología permite optimizar las rutas de recogida de los residuos y su limpieza. Dichos sensores se están implementando en el modelo de papeleras Cibeles de 50 litros. El dispositivo mide la distancia hasta donde llegan los residuos con un láser infrarrojo que también monitoriza la temperatura de la papelera. Cuenta con un sistema de alarma que transmite avisos a la plataforma del servicio en el momento en que es necesario vaciar la unidad por alcanzar el 80% de su capacidad o cuando la temperatura del interior de la papelera supera los 70 grados centígrados. (Somolinos, 2021)

La generación de residuos, reciclaje adecuado, implementación de la economía circular y la introducción de mejoras en su recogida y tratamiento son indispensables para evitar impactos negativos en el medio ambiente tales como contaminación del agua, contaminación del aire, degradación de los suelos o alteraciones de los ecosistemas ya que estos podrían desencadenar problemas económicos como la sobre explotación de los recursos naturales.

2.6.1 Trazabilidad de residuos sólidos

La trazabilidad de un residuo es el conjunto de procedimientos que permiten conocer su procedencia, histórico, ubicación y trayectoria a lo largo de toda su gestión. Lo más importante que debe tener en cuenta un productor de residuos es la trazabilidad: una vez que los genera, debe documentar todos los pasos que hace su residuo desde que es recogido hasta su tratamiento final. Así posibilitará reconstruir su historia completa (de recolección, transporte, tratamiento y almacenaje) identificando todos los detalles. (Anónimo, 2015)

Hoy en día el IoT (Internet de las cosas) mejora la capacidad y actividad en cuanto a la gestión de residuos ya que permite la documentación y el seguimiento en tiempo real priorizando la recolección de residuos peligrosos, los ejemplos van desde etiquetas inteligentes tales como códigos de barras o códigos QR, sensores volumétricos de llenado de contenedor con GPS, entre otros.

Saber cuan medioambientalista es una ciudad ayuda a evitar la degradación de los ecosistemas puesto que la gestión inadecuada del medioambiente y de los recursos naturales da lugar a pérdidas económicas considerables; por ejemplo, un monto estimado de USD 80 000 millones al año se desaprovecha, debido a la mala gestión de la pesca en los océanos. La contaminación atmosférica es el principal riesgo medioambiental para la salud, con un costo equivalente al 6,1 % del PIB mundial al año. (Banco Mundial, 2022)

2.7 Análisis de las “Ciudades Inteligentes en México”

Para hacer un análisis exhaustivo sobre la importancia del medio ambiente el Cities in Motion Index es una buena opción pues tiene una dimensión dedicada al estudio ambiental, la cual se compone y describe de la siguiente forma:

Medioambiente. El desarrollo sostenible de una ciudad puede definirse como "un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin poner en peligro la capacidad de las generaciones futuras para atender sus propias necesidades". En este sentido, factores como la mejora de la sostenibilidad medioambiental a través de planes anticontaminación, el apoyo a los edificios ecológicos y a las energías alternativas, una gestión eficiente del agua y de los residuos y la existencia de políticas que ayuden a contrarrestar los efectos del cambio climático son imprescindibles para garantizar la sostenibilidad de las urbes en el tiempo. (Berrone & Ricart, 2022)

Tabla 8. Indicadores Medioambiente.

No.	Indicador	Descripción / Unidad de medida
1	Emisiones de CO ₂	Emisiones de CO ₂ por la quema de combustibles fósiles y la fabricación de cemento. Medido en kilotoneladas (kt).
2	Emisiones de metano	Emisiones de metano generadas por actividades humanas como la agricultura y derivadas de la producción industrial de metano. Medido en kt de CO ₂ equivalentes.
3	Índice de desempeño medioambiental	Índice de desempeño medioambiental (de 1 = malo a 100 = bueno).
4	Índice de emisiones de CO ₂	Índice de emisiones de CO ₂
5	Índice de polución	Índice de polución.
6	PM ₁₀	Cantidad de partículas en el aire cuyo diámetro es menor a 10 µm. Media anual.
7	PM _{2,5}	Cantidad de partículas en el aire cuyo diámetro es menor a 2,5 µm. Media anual
8	Porcentaje de la población con acceso al suministro de agua	Porcentaje de la población con acceso razonable a una cantidad adecuada de agua proveniente de una mejora en el suministro de agua.
9	Recursos hídricos renovables	Fuentes de agua renovables totales per cápita
10	Residuos sólidos	Cantidad promedio de residuos sólidos municipales generados anualmente por persona (kg/año).
11	Vulnerabilidad climática	Riesgo de la ciudad debido al cambio climático

Fuente: Elaboración propia con base en (Berrone & Ricart, 2022)

El análisis se basa los indicadores propuestos por el (Índice IESE Cities in Motion, 2022).

2.7.1 Cobertura Geográfica

Para el análisis del índice ciudades en movimiento, se estudiaron 32 entidades federativas, se describen en el mapa 1.

Mapa 1. Entidades federativas.



Fuente: Elaboración propia

2.5.2 Los indicadores de la sustentabilidad ambiental

Los indicadores parciales de la dimensión seleccionada representan diferentes factores, para construir el análisis se cambiaron algunas descripciones y unidades de medida ya que no todos los indicadores parciales fueron encontrados (Tabla 9).

Tabla 9. Indicadores Medioambiente para la construcción del ICIM.

No.	Indicador	Descripción / Unidad de medida
1	Emisiones de CO ₂	Emisiones de CO ₂ por la quema de combustibles fósiles y la fabricación de cemento. Medido en kilotoneladas (kt).
2	Emisiones de metano	Emisiones de metano generadas por actividades humanas como la agricultura y derivadas de la producción industrial de metano. Medido en kt de CO ₂ equivalentes.

3	Índice de desempeño medioambiental	Índice de desempeño medioambiental (de 1 = malo a 100 = bueno).
4	Índice de emisiones de CO ₂	Índice de emisiones de CO ₂
5	Índice de calidad del aire	El valor del índice de la calidad del aire ICA se mide en una escala que va desde 0 y >500.
6	PM ₁₀	Cantidad de partículas en el aire cuyo diámetro es menor a 10 µm. Media anual.
7	PM _{2,5}	Cantidad de partículas en el aire cuyo diámetro es menor a 2,5 µm. Media anual.
8	Porcentaje de la población con acceso al suministro de agua	Porcentaje de la población con acceso al suministro de agua potable.
9	Recursos hídricos renovables	Grado de presión sobre los recursos hídricos. porcentaje de agua para consumir dependiendo de la disponibilidad total.
10	Residuos sólidos	Porcentaje de la recolección de residuos a nivel nacional.
11	Vulnerabilidad climática	Riesgo de la ciudad debido al cambio climático

Fuente: Elaboración propia

Basado en la información disponible se realiza un análisis teórico con los valores encontrados para lo cual se incrementó el periodo al año 2023 ya que algunas variables se encontraron solo para este año. El análisis se realizara en dos etapas:

Etapas

Etapas 1. Se analizarán aquellos datos que fueron encontrados a nivel país, posteriormente se presentara un ranking en forma general.

Etapas 2. Análisis estatal con la información disponible para cada una de las urbes mencionadas en el mapa 1, creación de un ranking por subindicador y casos destacables para identificar la posición de cada una de las entidades estudiadas.

En el caso de los valores no encontrados para las urbes estudiadas se indican las siguientes situaciones:

- I. Los valores corresponden a la variable para la cual solo existe un dato válido para el grupo de entidades.
- II. Los valores corresponden a la variable, pero solo se tienen datos para dos o más estados y son válidos para la serie considerada.
- III. Los valores corresponden a una variable para la cual solo se encuentran datos válidos a nivel país.

Variables a nivel país:

- ✗ Emisiones de CO₂ (2011-2021)
- ✗ Emisiones de metano (2011-2019)
- ✗ Índice de desempeño medioambiental (2016)
- ✗ PM_{2,5} (2011-2017)
- ✗ Porcentaje de la población con acceso al suministro de agua. (2015)
- ✗ Recursos hídricos renovables (2012)
- ✗ Residuos sólidos (2012-2020)
- ✗ Vulnerabilidad climática (2012)

Los valores que se encontraron a nivel estado se conforman de la siguiente forma:

Valores a nivel estatal:

- ** Índice de emisiones de CO₂ (2019)
- ** Índice de la calidad del aire (2023)
- ** PM_{2,5} (2023)
- ** PM₁₀ (2023)
- ** Porcentaje de la población con acceso al suministro de agua. (2018)
- ** Recursos hídricos renovables (2012)
- ** Residuos sólidos (2019)

Capítulo 3.

Análisis de la sustentabilidad con base en el Índice de Ciudades Inteligentes
aplicado a la República Mexicana.

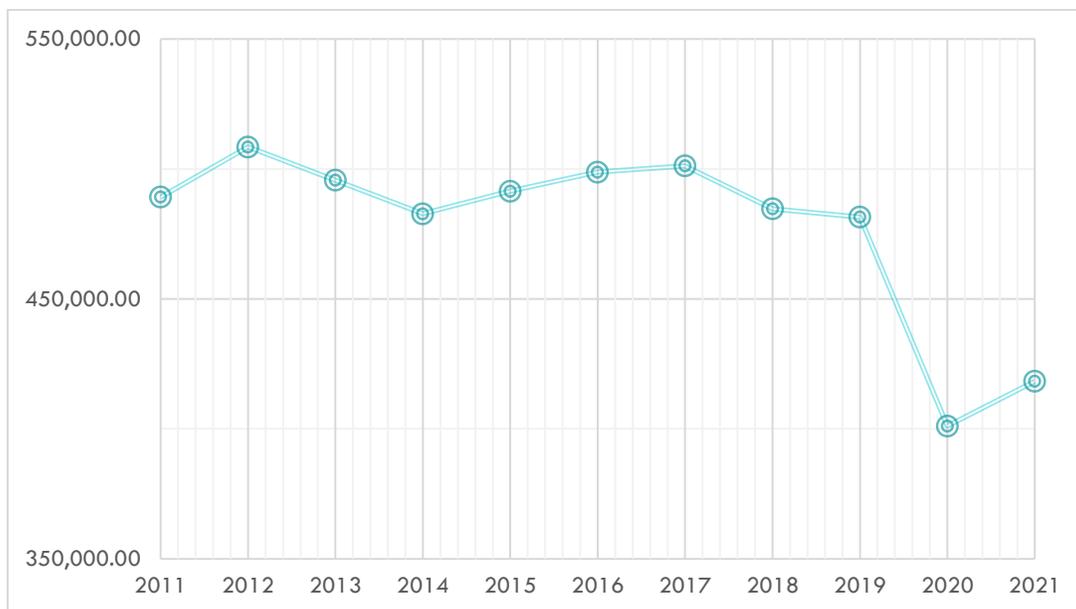
3.1 Análisis del índice Medioambiental en México

Como ya se mencionó en el capítulo anterior para realizar el análisis de la sustentabilidad en México se toma como referencia el Indicador de Medio Ambiente propuesto en el índice de Ciudades Inteligentes (IESE) ya que este abarca variables de contaminación en el aire y la calidad del agua que reciben los habitantes de las ciudades, ambos son de gran importancia para la calidad de vida a futuro de las personas que residen en México; así como la sostenibilidad urbanística.

El Índice de Desempeño Ambiental clasifica el rendimiento de los países en temas ambientales en dos grandes áreas: protección de la salud humana y protección de ecosistemas (FUNDESA, 2023). El EPI (Environmental Performance Index) realiza una ponderación de 0 a 100 siendo 100 la mejor calificación. En 2022 México se posiciono en el lugar 73 con una calificación de 45.5 siendo uno de los países latinoamericanos que destacaron siendo Cuba el mejor evaluado con 47.5 puntos ocupó el lugar 60 a diferencia de Uruguay que se encuentra en la posición 113 evaluada con 37.5 puntos.

Uno de los principales influenciadores en la posición de México fue que el dióxido de carbono (CO₂) representa el 74% de las emisiones de gases de efecto invernadero. La mayoría de las emisiones de CO₂ (93%) provienen del uso de combustibles fósiles, especialmente para la generación de electricidad y calor, transporte, y manufactura y consumo. El uso de suelo, el cambio de uso y la silvicultura es otro sector que contribuye (3.3%) a las emisiones de CO₂ causadas por el hombre, principalmente debido a la deforestación. (Mengpin, Johannes , & Leandro, 2021)

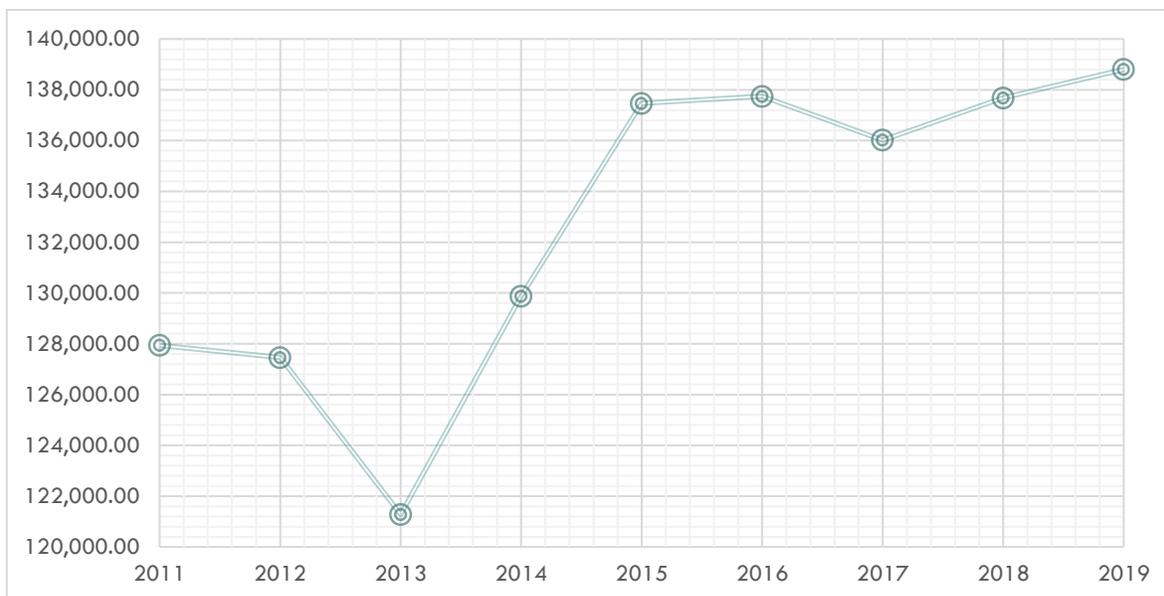
Grafica 6. Emisiones de CO₂ en México (2011-2021)



Fuente: Elaboración propia con base en (Datos Macro, 2022)

Las emisiones de CO₂ en 2021 han sido de 418,348 megatoneladas, México se encuentra en puesto número 13 siendo uno de los países que más contaminan del ranking por emisiones de CO₂, formado por 184 países. (Datos Macro, 2022). En la gráfica 6 se observa han ido concentrando las partículas de CO₂ en más de 400 millones cifra que comenzó a ser constante a partir de 2018 donde se registró 407.8 partes por millón y en 2021 se alcanzaron las 415 partes por millón siendo esta una cifra representante de la reducción de emisiones de CO₂ en el país. En conjunto a los gases de efecto invernadero se encuentra el gas metano; el metano se emite a la atmósfera durante la producción, el procesamiento, el almacenamiento, la transmisión y la distribución de gas natural y durante la producción, la refinación, el transporte y el almacenamiento de petróleo crudo. La minería de carbón también emite CH₄. (Rendón Correa, Rosero Noguera, & Posada Ochoa, 2022, págs. 113-124)

Grafica 7. Emisiones de metano en México (2011-2019)



Fuente: Elaboración propia con base en (World Bank Open Data, 2023)

Las emisiones de metano en México (Grafica 7) se han ido incrementando a lo largo del periodo analizado principalmente por la quema y el venteo de las empresas del sector energético ocasionando que el 43% de las emisiones de gas de efecto invernadero correspondan al sector del petróleo y gas.

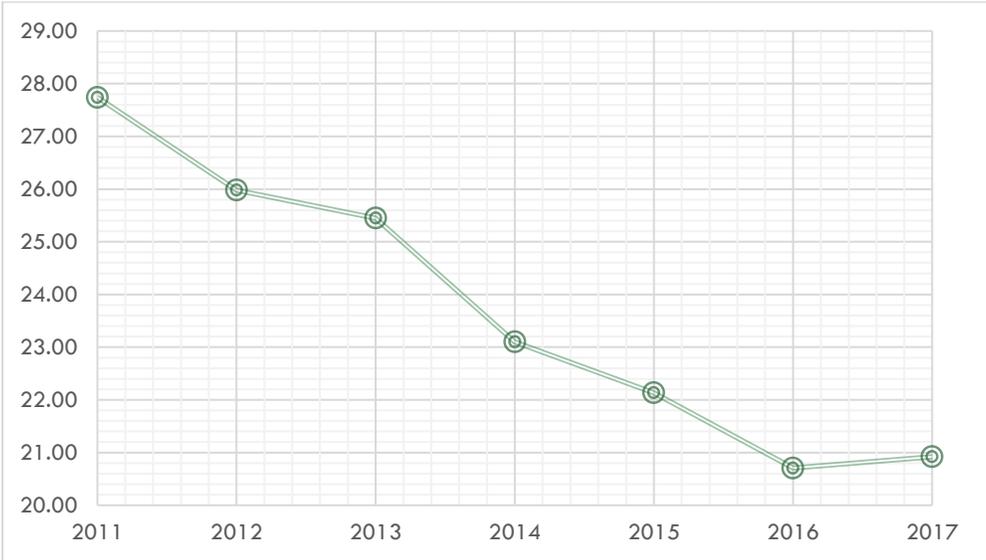
Las emisiones de CH₄ son parte de los GEI (gases de efecto invernadero) que México se ha comprometido a reducir. El sector energía y en particular el de hidrocarburos son grandes contribuyentes en este rubro. Varios de los grandes campos productores de petróleo son también puntos de quema de gas natural y emisores de gas metano. Diversas regulaciones y medidas correctivas de la CNH desde 2011 han creado marcos racionales para corregir los excesivos niveles de quema y venteo de gas en la exploración y producción (Estrada, 2023).

Es importante destacar que ambos contaminantes tienen una relación muy importante ya que su incremento explica el calentamiento global actual; los flujos de gases de efecto invernadero se ven influenciados por el contenido del agua, la temperatura y el uso de los suelos, ocasionando impactos ambientales como lo son

sequias, tormentas intensas, incremento en el nivel del mar y un impacto importante en la calidad del aire, tomando como referencia la escala del AQI que va de 0 a 999 indicando que si el número se incrementa la calidad del aire empeora.

A pesar de que México se registra en 866 puntos indicando que la calidad del aire es "peligrosa", actualmente el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) trabaja en formas más cercanas a la Comisión Ambiental de la Megalópolis (CAME) para uniformar el índice de calidad del aire y aplicar protocolos de contingencia para disminuir el riesgo de enfermedad por partículas contaminantes, un estudio elaborado por la OMS en 2021; las PM_{10} pasó de considerar aceptable un promedio al año de 20 microgramos por metro cúbico a solo 15. En México el umbral está hasta 36, pero la realidad es que la media en 2021 fue de 55 microgramos. Las $PM_{2,5}$, la OMS considera buena la calidad del aire por debajo de cinco microgramos por metro cúbico. (Guillén B. , 2022)

Grafica 8. $PM_{2,5}$ en México (2011-2017)



Fuente: Elaboración propia con base en (World Bank Open Data, 2023)

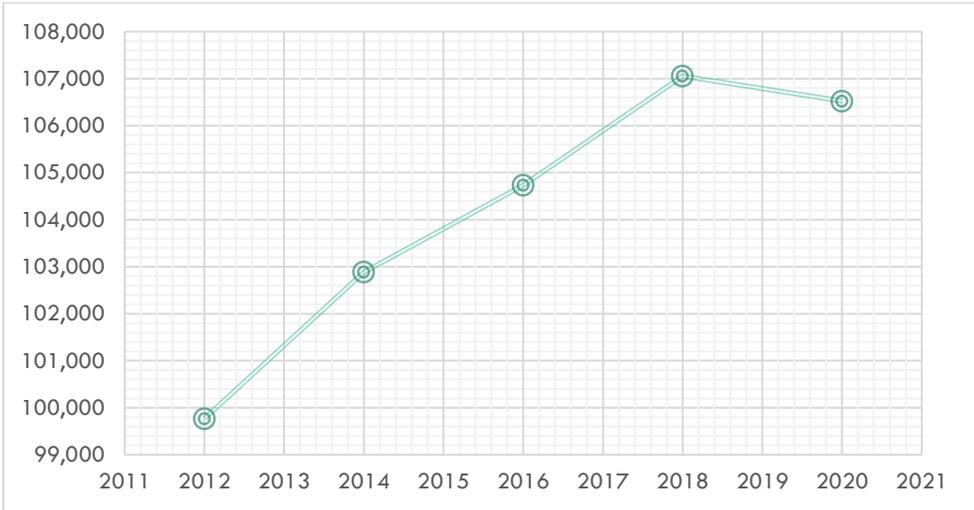
A pesar de que México no está por debajo de los 20 microgramos se ha logrado disminuir la cantidad de micropartículas 2,5 (Grafica 8) puesto que ha implementado diferentes acciones para reducir los niveles de contaminación entre ellas se destacan: la mejora del Programa de Verificación Vehicular, el control de vehículos ostensiblemente contaminantes, una industria con bajas emisiones, así como la reducción de compuestos orgánicos volátiles en productos domésticos, cosméticos y pinturas. (SEDEMA, 2020)

Un recurso importante en los países del mundo es el agua por eso es importante analizar el grado de presión sobre los recursos hídricos, este es el porcentaje que representa el volumen de extracción de agua media anual total para usos consuntivos del total de recursos hídricos renovables (CNA, Edición 2011). Conocer el grado de presión de los recursos hídricos es de gran ayuda para la planeación de la administración de agua nacional. En México, al 2015, el porcentaje de viviendas con disponibilidad de agua entubada fue de casi 95%, el resto se abastecía de agua por acarreo fuera de la vivienda, por ejemplo: de la llave comunitaria, otra vivienda, una pipa, de pozo, de un río, entre otros. En 2012 México tuvo un valor estimado de GPRH (grado de presión sobre los recursos hídricos) de 17.5%, lo que lo ubicaba en la categoría de presión moderada por arriba del promedio estimado para los países de la OCDE (11.5%; FAO, 2012). A nivel mundial, México ocupa el lugar 53 de los países con mayores grados de presión de un total de 180 países (SEMARNAT, 2023).

Vale la pena saber que en México se producen cada día más de 103 mil toneladas de basura doméstica, lo que equivale a más de 37 millones de toneladas anuales de residuos sólidos urbanos (Aburto, 2023). Conocer la cantidad promedio de residuos recolectados (Grafica 9) es importante ya que una mala gestión o recolección puede desencadenarse en riesgos sanitarios para las personas, a lo largo del periodo analizado el 93.60% de los mexicanos cuenta con servicio de recolección de basura,

las practicas más comunes para deshacerse del 6.40% restante son la quema al aire libre o el depósito en un tiradero al aire libre.

Grafica 9. Cantidad promedio diaria de residuos sólidos urbanos recolectados (2012-2020)



Fuente: Elaboración propia con base en (INEGI, 2022)

Actualmente México está valorado como un país sumamente vulnerable al cambio climático en 2012 se indicó que en una escala de 0 a 100, siendo 100 un alto riesgo, nuestro país recibió una calificación de 67.58 puntos en vulnerabilidad climática esto por sus características geográficas y climáticas. Motivo por el cual se ha empezado a aplicar reformas y medidas que apoyen al crecimiento económico impactando en una forma positiva al medioambiente una de las grandes metas para México es la resolución de los problemas medioambientales por el uso excesivo de hidrocarburos, la contaminación ambiental y la deforestación. Un ejemplo de lo que se está haciendo en el país es el desarrollo de acciones de mitigación y adaptación al cambio climático en el territorio rural con la implementación de la Estrategia Nacional de Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación (ENAREDD) (Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural , 2020).

3.2 Ranking general

Con la información disponible para realizar el análisis del indicador “medio ambiente”, el cual va en función a la sostenibilidad y calidad de vida de los residentes de cada uno de los estados en la tabla 11 se presenta el ranking general estatal, el cual se agrupa en función a las variables disponibles. Se considera con un desempeño alto (A) los estados que cuentan con 6 indicadores, relativamente alto (RA) aquellos que cuentan con 5 indicadores, con 4 se considera un valor medio (M), 3 indicadores bajo (B) y muy bajo (MB) aquellos estados que solo cuentan con 2 variables.

Tabla 11. Ranking general por estado

RANKING	ESTADO	Desempeño	Variables
1	Jalisco	A	6
2	Ciudad de México	A	6
3	Nuevo León	RA	5
4	Guanajuato	RA	5
5	Puebla	RA	5
6	Chihuahua	M	4
7	Aguascalientes	M	4
8	Baja California	M	4
9	Coahuila	M	4
10	Estado de México	B	3
11	Veracruz	B	3
12	Nayarit	B	3
13	San Luis Potosí	B	3
14	Tlaxcala	B	3
15	Hidalgo	B	3
16	Morelos	B	3
17	Baja California Sur	B	3
18	Yucatán	MB	2
19	Sinaloa	MB	2

20	Quintana Roo	MB	2
21	Tamaulipas	MB	2
22	Colima	MB	2
23	Sonora	MB	2
24	Durango	MB	2
25	Querétaro	MB	2
26	Tabasco	MB	2
27	Campeche	MB	2
28	Michoacán	MB	2
29	Zacatecas	MB	2
30	Chiapas	MB	2
31	Oaxaca	MB	2
32	Guerrero	MB	2

Fuente: Elaboración propia

Jalisco y la Ciudad de México ocupan los primeros lugares con un desempeño alto, mientras que 12 estados se encuentran en un nivel medio y bajo, lo relevante es que el 47% de la República Mexicana tiene un nivel muy bajo de desempeño. Contar con datos en forma oportuna permite tomar mejores decisiones al momento ya que estos son de gran utilidad para la elaboración de estadísticas que ayudan a obtener mejores resultados y ciudades cada vez más inteligentes.

La categoría de alto lo ocupan ciudades que han empezado a mostrar características inteligentes, en tanto la categoría de bajo y muy bajo indica que la mayor parte del país se encuentra en vías de desarrollo para mejorar la calidad de vida de sus habitantes.

3.3 Análisis por dimensión por estado de la República Mexicana

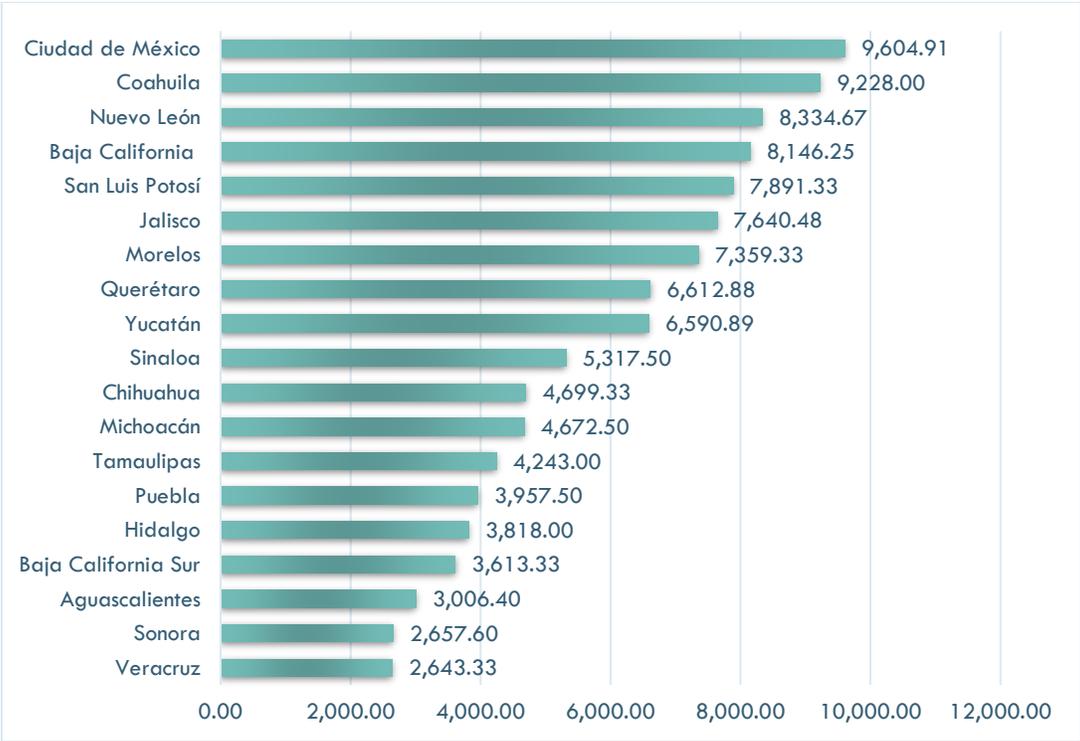
En la Tabla 9 se presentan los indicadores que se describirán a continuación, en este punto es favorable indicar que no se pudo realizar el índice sintético por falta de

información estadística para los subindicadores propuestos, el análisis se realizara con datos encontrados para cada urbe.

a. Índice de emisiones de CO₂

En 2019 el estado de Veracruz y Sonora fueron aquellos que se encontraron con el índice de CO₂ más bajo; desde 2009 en Veracruz se adoptó el Programa Veracruzano ante el Cambio Climático (PVCC) el cual se define como un marco normativo, con información científica y de planeación para el cambio climático, con esto el estado se dota de herramientas para realizar acciones de mitigación y adaptación al cambio climático.

Grafica 10. Índice de emisiones de CO₂ por estado (2019)



Fuente: Elaboración propia con base en (INEGI, 2022)

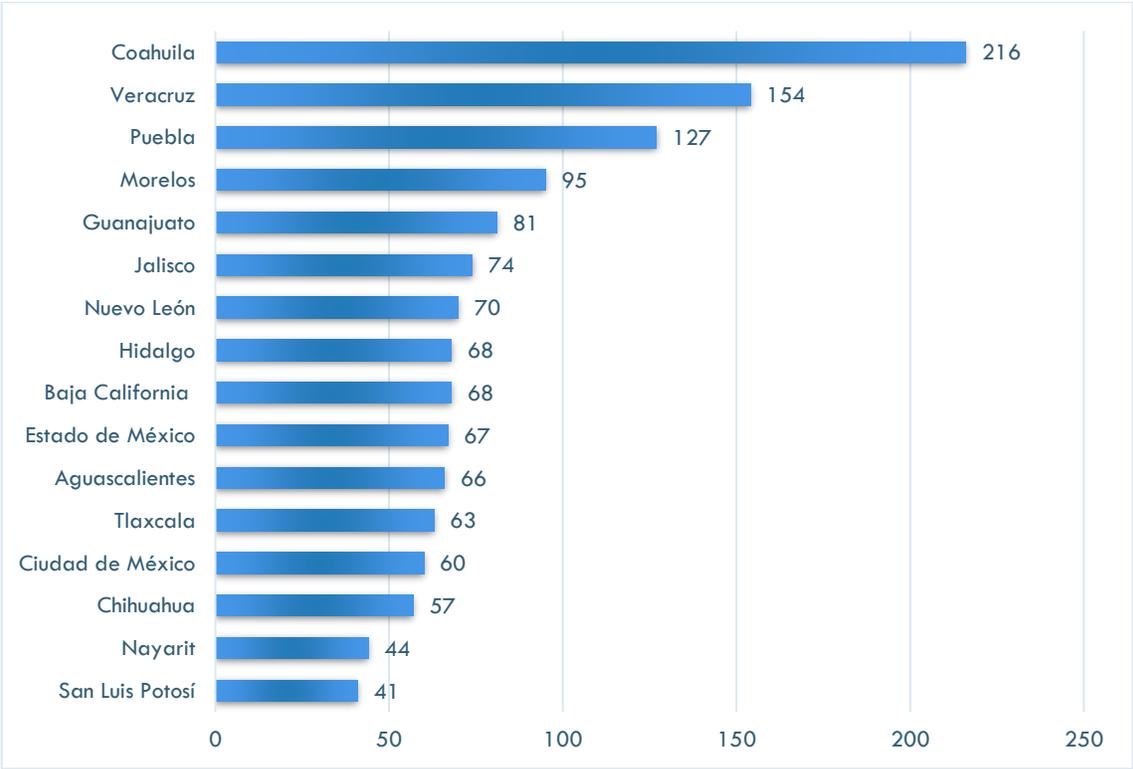
Sin embargo, la ciudad de México representa las concentraciones más altas de carbono lo que ha resultado en confinaciones de los ciudadanos por contaminación,

estos niveles son propiciados por las actividades económicas que se llevan a cabo en la ciudad. Se ha observado que los incrementos se dan por la quema de derivados del petróleo, la quema de gasolina, la quema de Diesel y de gas, puesto que en cuanto se disminuyen estas actividades los niveles de carbono en la ciudad bajan de manera drástica.

b. Índice de la calidad del aire

Tomando en cuenta los valores del ICA para evaluar la calidad del aire Nayarit y San Luis Potosí son los dos estados de la República con la mejor calidad del aire ya que se encuentran por debajo de los 50 puntos.

Grafica 11. Índice de la calidad de aire por estado (2023)



Fuente: Elaboración propia con base en (AQI, 2023)

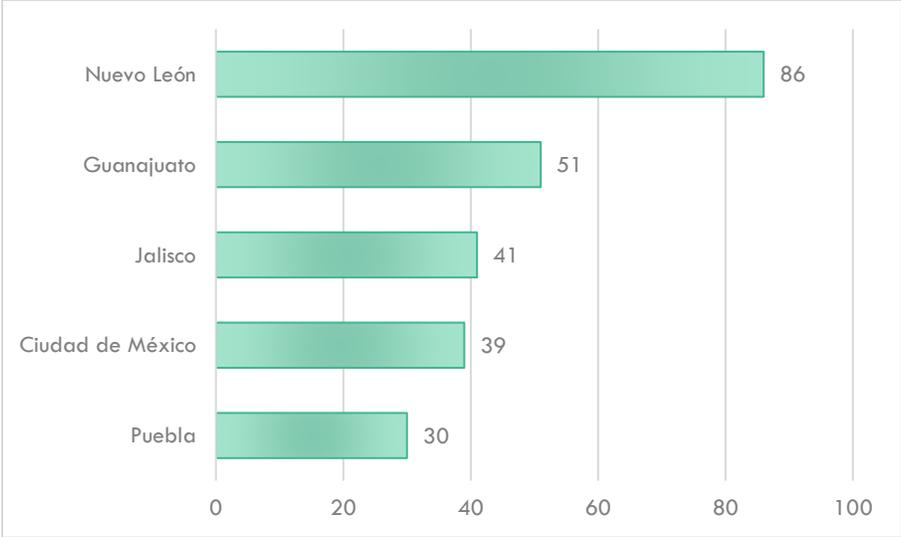
Cabe destacar que Chihuahua se encuentra impulsando su Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire, el ProAire del Estado de Chihuahua integra medidas

y acciones bajo 6 líneas estratégicas (tres de fuentes emisoras: fijas, móviles y de área, y tres de ejes transversales: salud, comunicación y educación ambiental, así como fortalecimiento institucional), las cuales fueron establecidas a partir de un diagnóstico técnico (SEMARNAT, 2017). A partir del diagnóstico se comenzaron a implementar medidas de control y mitigación de los contaminantes que afectan la calidad del aire en Chihuahua; actualmente el estado reporta una calidad aceptable o moderada ya que se encuentra por debajo de los 50 puntos.

c. PM₁₀ y PM_{2,5}

Para la disminución de micropartículas uno de los casos destacables es la Ciudad de México pues ha desarrollado un sistema de movilidad sustentable creando su programa de ECOBICI el cual permite a los usuarios transportarse en bicicleta actualmente cuenta con 480 ciclo estaciones que dan servicio a aproximadamente 300,000 usuarios diariamente lo cual contrarresta el uso del automóvil por una opción más ecológica

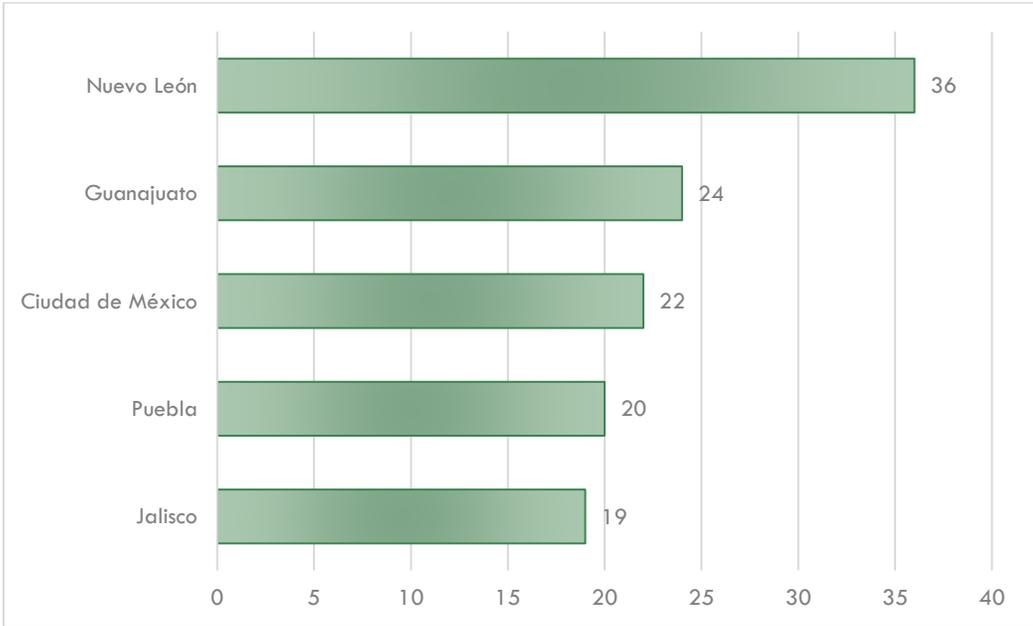
Grafica 12. Concentración de PM₁₀ por estado (2023)



Fuente: Elaboración propia con base en (Numbeo, 2023)

Puebla es otro de los estados que tiene poca concentración gracias a la disponibilidad de áreas verdes y el uso moderado de energía eléctrica por sus habitantes, pues solo pueden utilizar hasta 1.3MWh cada uno.

Grafica 13. Concentración de PM_{2,5} por estado (2023)



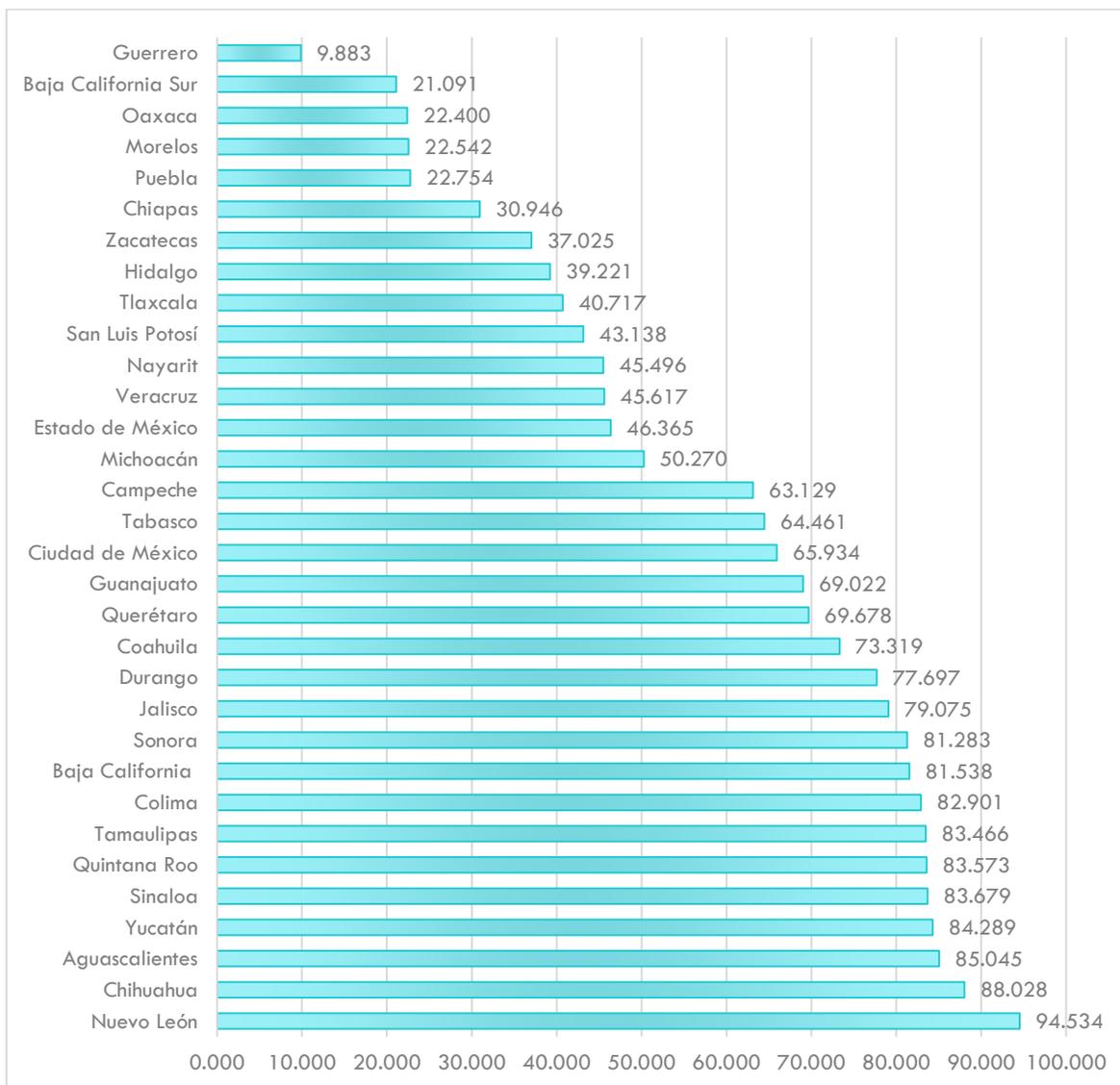
Fuente: Elaboración propia con base en (Numbeo, 2023)

Nuevo León se encuentra como la urbe con más concentración, esto se debe a que sus habitantes priorizan el uso del automóvil y su actividad pedrera es la que más PM_{2,5} aporta al aire. Para disminuir la contaminación, Nuevo León ha comenzado con un programa de “Puntos Verdes” para empezar a mitigar la emergencia ambiental que están pasando.

d. Porcentaje de la población con acceso al suministro de agua

A pesar de la crisis hídrica que tuvo, Nuevo León es la urbe que provee a más ciudadanos agua potable esto se debe a su infraestructura hidráulica y su gestión eficiente del recurso.

Grafica 14. Porcentaje de la población con acceso al suministro de agua potable (2018)



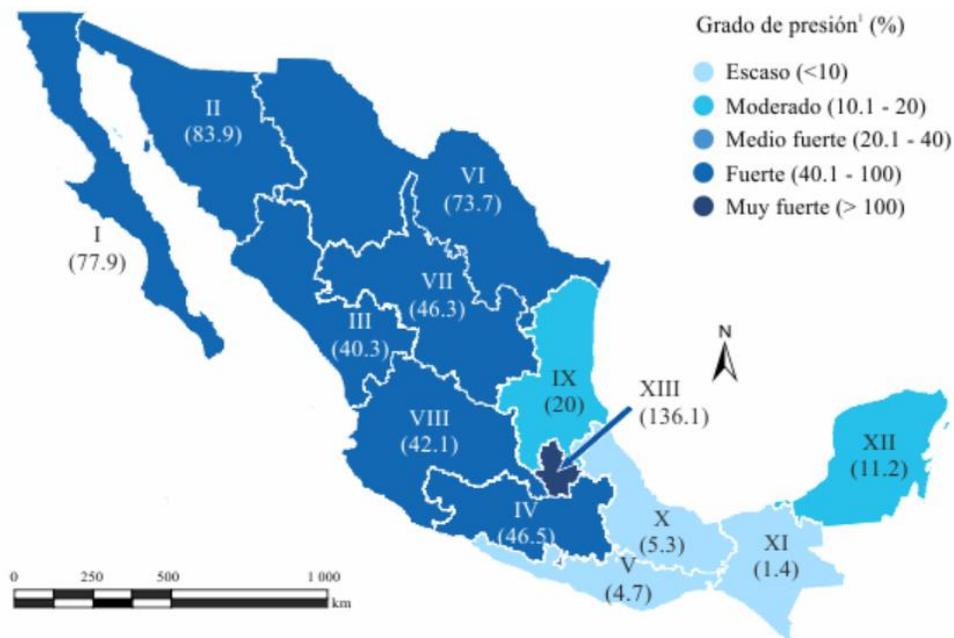
Fuente: Elaboración propia con base en (CONAGUA, 2019)

A diferencia de Guerrero en el que menos del 10% de su población tienen acceso a un recurso tan importante puesto que la mayoría de sus habitantes toman el agua de arroyos y posos que se encuentran cerca de sus hogares por la falta del servicio de agua entubada, en este caso se hace hincapié en la diferencia geográfica entre ambos estados.

e. Grado de presión sobre los recursos hídricos

El mayor grado de presión sobre los recursos hídricos en el país (132.3%) se presenta en la región hidrológico-administrativa Aguas del Valle de México, al contar con la menor disponibilidad natural media total de las 13 regiones (3514 millones hm³/año) y la menor recarga de agua en acuíferos (2340 millones de hm³/año). Las Regiones Hidrológico-Administrativas Península de Baja California, Noroeste, Río Bravo, Cuencas Centrales y Balsas, presentan un grado de presión fuerte, mientras que el Pacífico Norte y Lerma Santiago Pacífico tienen una presión media fuerte sobre el recurso hídrico.

Mapa 1. Grado de presión sobre los recursos hídricos por región (2012)



Región hidrológico-administrativa:

I Península de Baja California; II Noroeste; III Pacífico Norte; IV Balsas; V Pacífico Sur; VI Río Bravo; VII Cuencas Centrales del Norte; VIII Lerma-Santiago-Pacífico; IX Golfo Norte; X Golfo Centro; XI Frontera Sur; XII Península de Yucatán; XIII Aguas del Valle de México.

Nota:

¹ La cifras entre paréntesis corresponden al grado de presión sobre los recursos hídricos.

Fuente: Elaborado por (SEMARNAT, 2023)

f. Residuos solidos

El 51% de la basura que genera en el país se recolecta en siete estados, entre los cuales está el Estado de México este ha fortalecido el manejo de sustentable sus residuos sólidos mediante la mejora y aumento de rellenos sanitarios igualmente incremento sus unidades recolectoras de residuos sólidos con la finalidad de evitar que sean quemados al aire libre o tirados en arroyos y presas.

Tabla 11. Recolección de residuos sólidos por estado (2019)

Estado	Porcentaje
Ciudad de México	14.20%
Estado de México	11.20%
Jalisco	7.50%
Veracruz	5.30%
Nuevo León	4.80%
Guanajuato	4.20%
Puebla	3.70%
Resto de la Republica	49.00%

Fuente: Elaboración propia con base en (INEGI, 2020)

En Guadalajara el servicio de recolección de basura se da de una forma más inteligente pues implementaron un sistema geomático en el que sus camiones recolectores cuentan con un GPS integrado con información en tiempo real de las rutas asignadas esto con la finalidad de que los tapatíos sepan cuándo y dónde pasaran a recolectar.

3.4 Ranking por dimensión

En esta sección se presenta el ranking por subdimensión estatal, junto a la posición general en el ranking estatal. Para facilitar la lectura los primeros puestos corresponden a aquellos que se iluminan en verde oscuro, los rojos más oscuros

son los estados peor posicionados. Los puestos medios se encuentran en color amarillo y las posiciones en color gris son aquellas variables que no fueron encontradas para el estado en cuestión.

En el primer puesto se ubica Jalisco pues este tiene un buen porcentaje de población con acceso al agua al igual su calidad del aire es buena, al tener las micropartículas en nivel medio, así como las emisiones de CO₂ indica que los riesgos para la salud de los ciudadanos son bajos. En segundo lugar, se encuentra la ciudad de México a pesar de no presentar buen desempeño en las emisiones de CO₂ ha optado por opciones de movilidad sustentable y una eficiente recolección de residuos evitando las enfermedades por plagas o contaminación ambiental.

Tabla 12. Ranking por dimensión

ESTADO	RANKING	Índice de emisiones de CO ₂	Índice de la calidad del aire	PM ₁₀	PM _{2,5}	Porcentaje de la población con acceso al suministro de agua	Residuos sólidos (%)
Jalisco	1	7640.48	74	41	19	79.075	7.5
Ciudad de México	2	9604.91	60	39	22	65.934	14.2
Nuevo León	3	-	70	86	36	94.534	4.8
Guanajuato	4	-	81	51	24	69.022	4.2
Puebla	5	-	127	30	20	22.754	3.7
Chihuahua	6	4699.33	57	-	-	88.028	1.96
Aguascalientes	7	3006.4	66	-	-	85.045	1.96
Baja California	8	8146.25	68	-	-	81.538	1.96
Coahuila	9	9228	216	-	-	73.319	1.96
Estado de México	10	-	67	-	-	46.365	11.2
Veracruz	11	-	154	-	-	45.617	5.3
Nayarit	12	-	44	-	-	45.496	1.96
San Luis Potosí	13	-	41	-	-	43.138	1.96
Tlaxcala	14	-	63	-	-	40.717	1.96
Hidalgo	15	-	68	-	-	39.221	1.96
Morelos	16	-	95	-	-	22.542	1.96

Baja California Sur	17	3613.33	-	-	-	21.091	1.96
Yucatán	18	-	-	-	-	84.289	1.96
Sinaloa	19	-	-	-	-	83.679	1.96
Quintana Roo	20	-	-	-	-	83.573	1.96
Tamaulipas	21	-	-	-	-	83.466	1.96
Colima	22	-	-	-	-	82.901	1.96
Sonora	23	-	-	-	-	81.283	1.96
Durango	24	-	-	-	-	77.697	1.96
Querétaro	25	-	-	-	-	69.678	1.96
Tabasco	26	-	-	-	-	64.461	1.96
Campeche	27	-	-	-	-	63.129	1.96
Michoacán	28	-	-	-	-	50.270	1.96
Zacatecas	29	-	-	-	-	37.025	1.96
Chiapas	30	-	-	-	-	30.946	1.96
Oaxaca	31	-	-	-	-	22.400	1.96
Guerrero	32	-	-	-	-	9.883	1.96

Fuente: Elaboración propia

Por su parte el tercer lugar lo ocupa Nuevo León quien, a pesar de no tener una buena calidad de aire, atribuido a las actividades económicas, tiene una buena gestión de los recursos hídricos puesto que ha puesto en marcha diferentes medidas para reducir las crisis por falta de agua y de esta forma sus habitantes tengan acceso a agua potable y tuberías de calidad.

La tabla 12 muestra el ranking por dimensión para las 32 urbes analizadas, la tabla es muy importante ya que permite conocer el puesto de cada una de las entidades por subdimensión.

3.5 Casos destacables

Con base en el top 5 del ranking estatal se describen cada una de las subunidades para identificar con más claridad en que posición se encuentra cada urbe.

Índice de emisiones de CO₂

1º. Veracruz

- 2°. Sonora
- 3°. Aguascalientes
- 4°. Baja California Sur
- 5°. Hidalgo

Índice de la calidad del aire

- 1°. San Luis Potosí
- 2°. Nayarit
- 3°. Chihuahua
- 4°. Ciudad de México
- 5°. Tlaxcala

PM₁₀

- 1°. Puebla
- 2°. Ciudad de México
- 3°. Jalisco
- 4°. Guanajuato
- 5°. Nuevo León

PM_{2,5}

- 1°. Jalisco
- 2°. Puebla
- 3°. Ciudad de México
- 4°. Guanajuato
- 5°. Nuevo León

Porcentaje de la población con acceso al suministro de agua

- 1°. Nuevo León

- 2º. Chihuahua
- 3º. Aguascalientes
- 4º. Yucatán
- 5º. Sinaloa

Residuos sólidos

- 1º. Ciudad de México
- 2º. Estado de México
- 3º. Jalisco
- 4º. Veracruz
- 5º. Nuevo León

3.6 Análisis de zonas geográficas

El análisis por regiones geográficas se realiza debido a que una de las limitaciones para crear el ICIM fue fundamentalmente la falta de información, el mapa 2 representa las regiones del país, las cuales vienen descritas en la siguiente forma: 1 Región Noroeste, 2 Región Pacífico, 3 Región Norte, 4 Región Occidente, 5 Región Bajío, 6 Región México-CDMX, 7 Región Centro y Golfo, 8 Región Sureste.

Mapa 2. Regiones de la República Mexicana



Fuente: Elaboración propia con base en Mapa de México por regiones (2022)

Como se observan en el mapa las regiones 1, 7 y 8 concentran con estados con menos variables encontradas, dentro de ellos destaca Guerrero ya que este se encuentra en el lugar 32 del ranking con menos del 10% de sus habitantes con acceso al agua potable y representa el 1.96% de la recolección de residuos siendo este uno de los estados con peor gestión puesto que la mayoría son quemados al aire libre o depositados en lugares no aptos para la gestión de residuos sólidos; la falta de infraestructura afecta principalmente a sus habitantes quienes tienen una mala salud debido a la calidad del agua que consumen diariamente y su convivencia con los residuos.

En la región 4 y 6 se encuentran las urbes con mejor gestión puesto que Jalisco y Ciudad de México fueron los estados con la recolección de datos satisfactoria puesto que se encontró 6/6 subdimensiones. Y estos están valorados como ciudades con buena gestión medioambiental como ya se mencionó son metrópolis que se encuentran enfocadas en mejorar las condiciones ambientales con procesos más sostenibles que ayudan a tener una mejor calidad de vida y convirtiéndose poco a poco en urbes inteligentes por los programas que implementan.

3.5 Análisis de la sustentabilidad e innovación en México

Crecimiento poblacional, demanda energética, cambio climático, escases de recursos y agua, y el manejo de residuos son algunas de las limitantes que se presentaron anteriormente para México, no siendo el único país del mundo con las mismas limitantes. Innovación y sustentabilidad son una realidad que hoy en día es importante alcanzar, implementar la quintuple hélice en México y hacer que esta realice su movimiento en la dirección correcta es el reto más grande pues el mensaje

es claro se debe empoderar a los individuos, realizar cambios en las responsabilidades que asume el gobierno, las empresas y universidades para una buena gestión a futuro de los recursos que comienzan a escasear. Todo esto implica una transformación en ambos sentidos hacia adentro y hacia afuera, toma de decisiones con la finalidad de construir innovación sustentable.

México comienza a destacar por sus proyectos sustentables, puesto que estos no solo resultan ser atractivos para los residentes, sino que son sostenibles e integran la innovación puesto que generan herramientas estratégicas, entre los proyectos se encuentran:

Torre GSI: Es un edificio respetuoso con el medioambiente que cuenta con certificación LEED (Leadership in Energy & Environmental Design) ya que su construcción se basó en las condiciones climáticas del estado de Quintana Roo; la fachada de alucobond orientada al occidente permite la ventilación natural, mientras que por el lado horizontal proviene la luz más directa. El edificio fue construido con materiales no dañinos entre ellos se encuentra el vidrio con el que fueron hechos los ventanales estos aparte de brindar grandes vistas del estado ayudan a optimizar el consumo de energía.

Ríos limpios: Una iniciativa que involucra al gobierno y empresas en todo México para erradicar la contaminación de ríos. Esta iniciativa se enfoca principalmente en la recolección de aquellos residuos que perjudiquen los ríos y mares de todo el país, con la finalidad de recuperar y sanear las aguas, en este proyecto también se incluyen las comunidades para evitar que desechen sus residuos en los ríos cercanos a sus hogares.

Renueva: Es calificado como uno de los mejores proyectos sustentables en México ya que este se encarga de reciclar uncel, un material de alta contaminación y difícil

desintegración, por medio de una máquina que cuenta con tecnología propia para convertir los desechos de polipropileno en artículos de uso cotidiano entre ellos bolígrafos y marcos para fotografías. Gracias a este proyecto se disminuye en un 90% las emisiones de carbono por la fabricación y desintegración del unicef.

EVA: Es un brassiere que permite detectar el cáncer de mama, esto lo logra mediante sensores de tacto, temperatura y luz que monitorean la salud de las mamas, los sensores de encargan de recolectar información sobre el color, la textura y temperatura de los senos; los datos son enviados a una aplicación vía bluetooth que se encarga de analizar las redes neuronales y algoritmos para brindar un diagnóstico.

Con estos proyectos México ha logrado llamar la atención en otros países pues demuestra su compromiso en materia de innovación; igualmente se destaca que estos proyectos abordan distintos temas que pretenden mejorar la calidad de vida, siendo sostenibles y sustentables en el largo plazo.

Un pequeño empujoncito que le hace falta a México es potencializar los beneficios que trae consigo la idea de la innovación sustentable, para de esta forma evitar la marginación estatal, trabajar cada vez más en las organizaciones encargadas de informar sobre la importancia de la sustentabilidad y el impacto que esta puede tener, no solamente enfocarse en temas relacionados al voluntariado y donaciones.

Conclusiones

En este trabajo se muestran las limitaciones para implementar un plan de desarrollo sustentable. Dichas limitaciones para aplicar un modelo de ciudad inteligente enfocado en la sustentabilidad ambiental tienen sus limitaciones en la escases de agua, cambios climáticos y el agotamiento de recursos. De igual forma, es necesario que las entidades generen más información cuantitativa para profundizar en la situación actual de las ciudades del país.

Actualmente México se encuentra en constantes cambios políticos, económicos y sociales, si bien estos cambios han permitido establecer un sistema de producción adquiriendo materias primas y tecnología extranjera, las empresas aún no han logrado interesarse en incentivar el área de conocimiento; a pesar de eso las universidades y el gobierno se mantienen trabajando en conjunto para crear apoyos financieros para los estudiantes que desean emprender o fortalecer su conocimiento.

China se ha mantenido creando un modelo en el cual generan aproximadamente un 30% de sus propios recursos de investigación, de esta forma el gobierno chino ha reforzado su ciclo productivo e innovador. Ambos países se mantienen con expectativas de que su progreso en políticas ambientales apoye a mejorar la calidad de vida de sus habitantes y su progreso en temas de innovación sea sostenible de acuerdo con la capacidad de renovación de su flora y fauna y los recursos actualmente disponibles.

En Latinoamérica como se explicó anteriormente ya se comienzan a ver los frutos de las acciones en conjunto, Brasil, Buenos Aires y Chile han descubierto en diferentes formas como crear mejoras en el desarrollo y fomento a la innovación siendo su gobierno el principal actor para crear un ambiente de confianza para la inversión

público-privada que impacte en el interés de la sociedad en investigar, desarrollar capacidades y conocimientos.

Haciendo un análisis cualitativo de las variables medioambientales que propone el índice de ciudades en movimiento, se recalca la importancia de las relaciones que deben profundizarse entre gobierno, universidades, empresas, ciudadanos para el cuidado del medio ambiente.

El ranking pretende ofrecer un panorama en conjunto de lo que representa cada uno de los estados y su situación actual. Realizar el análisis por estado permite obtener un panorama de las limitantes que tiene cada uno, a su vez permite observar con mayor claridad las áreas en las que se podría empezar a trabajar, de esta forma se podrían empezar a aplicar estrategias que disminuyan las limitantes ambientales y se pueda dar un marco de referencia a futuro para conocer su evolución.

Con los datos obtenidos es posible mostrar que los estados con mayor sustentabilidad se encuentran en el centro norte del país, teniendo un crecimiento económico sostenido, metas para el cuidado del medio ambiente y un desarrollo social; mientras que los estados que se encuentran en el sur son aquellos con menor desarrollo. La desigualdad que enfrentan estos estados repercute principalmente al acceso de los servicios básicos (agua potable, saneamiento, entre otros), en estos casos sería necesario enfocar la investigación a un eje social con el objetivo de erradicar la discriminación estatal y que en todo el país se tenga el acceso a servicios básicos.

Aplicando el enfoque del modelo de ciudades en movimiento al caso mexicano la principal limitante que se identificó fue el ambiental motivo por el cual el proyecto profundiza este aspecto; la contaminación de ríos y mares debido a una deficiente recolección de residuos, mala calidad en el aire y la inadecuada explotación de los

suelos son algunos de los motivos que impiden implementar el termino *Smart*, pero en general este solo es el primer reto.

Por lo cual, puede concluirse que con el modelo actual de "ciudad tradicional" cada vez es más notoria la exclusión y la desigualdad entre los estados, a su vez las políticas para regular el cambio climático son deficientes, ya que, estas decisiones solo se toman en cuenta en ciertos territorios afectando la calidad de vida del resto de los ciudadanos que en ocasiones y ante la falta de servicios dañan la flora y fauna que les rodea como un mecanismo de supervivencia.

El modelo de ciudades inteligentes plantea una transformación interna de las ciudades en las cuales expone que la innovación y la sostenibilidad deben ser las metas por cumplirse en el largo plazo. Por su parte la sustentabilidad implica la planificación y administración consciente y responsable de los recursos naturales que existen en un país sin exceder la capacidad de renovación; relacionando ambas ideas una ciudad bien diseñada debe ser aquella que tenga por objetivo maximizar los procesos económicos minimizando los daños ambientales con la finalidad de tener un desarrollo sostenible y sustentable que permita a generaciones futuras generar espacios innovadores con ideas que en el corto plazo se conviertan en acciones climáticas para procurar la preservación de las especies.

Todo esto se debe hacer sin omitir que el modelo de ciudad debe adecuarse a las necesidades de cada país puesto que basarse en la experiencia de modelos inteligentes ya implementados puede hacerlos caer en limitantes económicos, sociales, administrativos o ambientales. Como se expone en el caso de México, que hagan desistir la idea de realizar la transición de ciudad tradicional a ciudad inteligente. Cuando la finalidad de este cambio es mejorar el desarrollo social, consumir procesos innovadores que hagan urbes eficientes al momento de

gestionar los recursos, no limitarlos a quedarse con un modelo que pudo haber maximizado la inclusión de sus habitantes por basarse en otras experiencias.

El propósito de la tesis se logró al presentar, un análisis de la alternativa que representa la ciudad inteligente para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, y que los recursos sean comprometidos en una forma más eficiente para de esta forma evitar el agotamiento para las generaciones futuras. De esta forma, es necesario señalar que la promoción del concepto de ciudades inteligentes requiere de un análisis profundo de las limitaciones específicas para cada región o estado. Una vez que existe el reconocimiento de las limitaciones y se aplique rigurosamente el concepto de sustentabilidad ambiental, de estas formas pueden implementarse políticas para la creación de ciudad inteligentes y sustentables con el ambiente.

Trabajos citados

- Aboites, J. (02 de Agosto de 2006). *México y Corea: Estudio Comparado de Flujos de Conocimiento*. Obtenido de <https://www.mundosisgloxxi.ipn.mx/pdf/v02/08/06.pdf>
- Aburto, É. Y. (07 de Mayo de 2023). *LA BASURA QUE DÍA A DÍA GENERAMOS*. Obtenido de Dirección de Comunicación de la Ciencia: <https://www.uv.mx/cienciauv/blog/labasuraquediaadiageneramos/#:~:text=Vale%20la%20pena%20saber%20que,anuales%20de%20residuos%20s%C3%B3lidos%20urbanos.>
- Admin. (07 de Mayo de 2019). *Desafíos y retos de la industria 4.0*. Obtenido de <https://macondolab.com/2019/05/07/desafios-y-retos-de-la-industria-4-0/>
- Andrew, I. (11 de Enero de 2022). *¿Qué es un ecosistema de innovación y qué roles existen?* Obtenido de <https://www.apd.es/ecosistema-de-innovacion-que-es-y-roles/>
- Anónimo. (28 de Junio de 2015). *La trazabilidad de los residuos*. Obtenido de <http://gestionderesiduosonline.com/la-trazabilidad-de-los-residuos/>
- Anónimo. (2022). *Población y medio ambiente. Una propuesta analítica para México desde el modelo de la quintuple hélice*. Obtenido de <http://abep.org.br/xxencontro/files/paper/853-639.pdf>
- AQI. (13 de 05 de 2023). *Mexico Índice de calidad del aire (AQI)*. Obtenido de <https://www.aqi.in/es/dashboard/mexico>
- AQUAE Fundación. (17 de Enero de 2021). *Chile lidera la lucha contra el cambio climático*. Obtenido de <https://www.fundacionaquae.org/wiki/chile-lidera-la-lucha-contra-el-cambio-climatico/#:~:text=En%20su%20plan%2C%20Chile%20se,de%20efecto%20invernadero%20para%202030.>

- Arellano, J. M. (Junio de 2017). *Colaborar para innovar: del modelo de triple, a la cuádruple hélice*. Obtenido de <https://innovacion.uas.edu.mx/colaborar-para-innovar-del-modelo-de-triple-a-la-cuadruple-helice/>
- Arreola, J. (2019). (Falta) Innovación en México. *Forbes*, <https://www.forbes.com.mx/falta-innovacion-en-mexico/>.
- Banco Mundial. (2017). *Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB)*. Obtenido de Instituto de Estadística de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO): <https://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS?end=2017&start=2017>
- Banco Mundial. (05 de Octubre de 2022). *Medio Ambiente*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/topic/environment/overview>
- Barcellos de Paula, L. (04 de Febrero de 2020). *La Quintuple Hélice y la Innovación*. Obtenido de <https://centrumthink.pucp.edu.pe/publicaciones/la-quintuple-helice-y-la-innovacion/>
- Barceló, M. (10 de Marzo de 2021). *¿Qué es un ecosistema de innovación y cómo crearlo?* Obtenido de <https://www.il3.ub.edu/blog/que-es-un-ecosistema-de-innovacion-y-como-crearlo/#:~:text=El%20resultado%20es%20el%20desarrollo,econom%C3%ADa%20de%20las%20regiones%20implicadas.>
- Becerril, E. (08 de octubre de 2019). *Las patentes y su importancia*. Obtenido de gaceta uaeh: <https://www.uaeh.edu.mx/gaceta/1/numero8/octubre/patentes.html#:~:text=innovadores%20del%20pa%C3%ADs.,Una%20patente%20es%20el%20derecho%20de%20exclusividad%20que%20otorga%20el,de%20patente%20y%20desarrollos%20tecnol%C3%B3gicos.>

- Benavides González, O. A. (2013). Integración vertical e integración horizontal en un escenario de una acelerada innovación tecnológica: evidencia empírica y modelo teórico. *XVIII Congreso Internacional de contaduría y administración e informática* (pág. <http://congreso.investiga.fca.unam.mx/docs/xviii/docs/16.05.pdf>). Ciudad de México: UNAM.
- Berrone, P., & Ricart, J. (Mayo de 2022). *Índice IESE Cities in Motion*. Obtenido de <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0633.pdf>
- Blanco, R., Fontrodona, J., & Poveda, C. (2017). La Industria 4.0. El Estado en cuestión. *Revista Economía Industrial, ISSN 0422-2784, N° 406*, 151-164.
- Bouskela, M., Casseb, M., Bassi, S., De Luca, C., & Facchina, M. (2016). *La ruta hacia las Smart Cities. Migrando de una gestión tradicional a la ciudad inteligente*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- Brasil. (2016). Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC). *Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação 2016–2022*. Brasília: Brasil: MCTIC. Obtenido de *Estratégia Nacional de Ciência Tecnologia e Inovação 2016–2022*.
- Callen, T. (Diciembre de 2008). ¿Qué es el Producto Interno Bruto? *Vuela a lo esencial. Finanzas y desarrollo*, 48-49. Obtenido de <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2008/12/pdf/basics.pdf>
- Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2002). *LEY ORGÁNICA DEL CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA*. Estados Unidos Mexicanos: Nueva Ley publicada en el Diario Oficial de la Federación.
- Carayannis, E., & Campbell, D. (2014). Developed democracies versus emerging autocracies: arts, democracy, and innovation in Quadruple Helix innovation systems. *Journal of Innovation and Entrepreneurship Springer.*, 1-23. Obtenido de *Journal of Innovation and Entrepreneurship Springer.*, 1-23.

- Carayannis, E., Barth, T., & Campbell, D. (2012). *The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation*. Obtenido de Journal of Innovation and Entrepreneurship volume : <https://link.springer.com/article/10.1186/2192-5372-1-2>
- Carayannis, E., Barth, T., & Campbell, D. (2012). The Quintuple Helix innovation model: global warming as a challenge and driver for innovation. *Journal of Innovation and Entrepreneurship*, ISSN 2192-5372.
- Carrillo, V. (03 de Julio de 2019). Ciudades Inteligentes, el proyecto del futuro. *El economista*, págs. <https://www.economista.com.mx/empresas/Ciudades-inteligentes-el-proyecto-del-futuro-20190703-0056.html>.
- Castillo Hernández , L., Lavín Verástegui , J., & Pedraza Melo, M. (2014). La gestión de la triple hélice: fortaleciendo las relaciones entre la universidad, empresa, gobierno. *Multiciencias, vol. 14, núm. 4, octubre-diciembre,, 438-446*.
- Castillo-Vergara, M. (Octubre de 2020). *La teoría de las N-hélices en los tiempos de hoy*. Obtenido de Journal of technology management & innovation: [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27242020000300003#:~:text=La%20qu%C3%ADntuple%20h%C3%A9lice%20representa%20una,\(5\)%20el%20sistema%20pol%C3%ADtico](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-27242020000300003#:~:text=La%20qu%C3%ADntuple%20h%C3%A9lice%20representa%20una,(5)%20el%20sistema%20pol%C3%ADtico).
- Chourabi, H., Nam , T., Walker , S., Gil-García, J., Mellouli, S., Nahon, K., . . . Scholl, H. J. (4-7 de enero de 2012). *"Understanding smart cities: An integrative framework"*. Obtenido de Ponencia presentada en la 45th Hawaii International Conference on System Sciences: http://www.ctg.albany.edu/publications/journals/hicss_2012_smartcities/hicss_2012_smartcities.pdf.
- CISCO. (2014). *Smart city readiness: Understand the issues to accelerate the journey* . Obtenido de San José, CA: CISCO y Smart Cities Council.:

http://smartcitiescouncil.com/system/tdf/public_resources/Smart%20City%20Readiness.pdf?file=1&type=node&id=1572.

CITY EXPRESS. (2022). *México es primer lugar en protección de áreas marinas, ¡entérate!* Obtenido de Ecología y sustentabilidad: <https://www.cityexpress.com/blog/mexico-primer-lugar-proteccion-areas-marinas>

CLIMAT. (26 de marzo de 2021). *Índice de Desempeño Ambiental*. Obtenido de <https://climalit.es/blog/indice-de-desempeno-ambiental/>

CNA. (Edición 2011). *Estadísticas del Agua en México*. . México: Conagua.

COLCIENCIAS. (22 de Febrero de 2022). *¿Qué es el sistema nacional de innovación?* Obtenido de Gobierno de Colombia: <https://legadoweb.minciencias.gov.co/faq/qu-es-el-sistema-nacional-de-innovaci-n-0>

Comité Intersectorial para la Innovación. (2011). *Programa Nacional de Innovación*. México.

Comité Intersectorial para la Innovación. (2011). *Programa Nacional de Innovación*. Obtenido de https://www.economia.gob.mx/files/comunidad_negocios/innovacion/Programa_Nacional_de_Innovacion.pdf

CONACYT. (2022). *Centros Públicos de Investigación Conacyt*. Obtenido de CONACYT: <https://centrosconacyt.mx/quienes-somos/>

CONACYT. (2022). *Dirección Adjunta de Desarrollo Tecnológico, Vinculación e Innovación*. Obtenido de El Plan Nacional para la Innovación: Estrategias transversales y agendas nacionales de innovación: <https://conacyt.mx/conacyt/areas-del-conacyt/desarrollo-tecnologico-e-innovacion/>

CONACYT. (2022). *INVESTIGACIÓN DE LARGO ALIENTO, NUEVA FORMA DE HACER CIENCIA EN MÉXICO*. Obtenido de CONACYT: <https://centrosconacyt.mx/objeto/pilas/>

- CONACYT. (2022). *Listado de Investigadores Vigentes por Grado, Nivel, Adscripción, Entidad Federativa y Área de conocimiento 2018*. Obtenido de CONACYT: <https://datos.gob.mx/busca/dataset/sistema-nacional-de-investigadores/resource/e416b953-674c-4503-8d7d-a89aba5cdd08>
- CONACYT. (2022). *Sistema de Centros Públicos de Investigación*. Obtenido de CONACYT: <https://conacyt.mx/conacyt/areas-del-conacyt/uasr/sistema-de-centros-de-investigacion/#:~:text=El%20Sistema%20de%20Centros%20P%C3%ABlicos,Realizar%20actividades%20de%20investigaci%C3%B3n.>
- CONACYT. (2022). *Sistema Nacional de Investigadores*. Obtenido de CONACYT: <https://conacyt.mx/sistema-nacional-de-investigadores/>
- CONAGUA. (Octubre de 2019). *Estadísticas del Agua en México 2019*. Obtenido de Comisión Nacional del Agua: https://sina.conagua.gob.mx/publicaciones/EAM_2019.pdf
- Cortés, M. (22 de Febrero de 2019). *México y su posición en ciberseguridad*. Obtenido de <http://cio.com.mx/mexico-y-su-posicion-en-ciberseguridad/>
- Datos Macro. (19 de Septiembre de 2022). *México - Emisiones de CO2*. Obtenido de Datosmacro.com: <https://datosmacro.expansion.com/energia-y-medio-ambiente/emisiones-co2/mexico>
- De Bernardi , P., & Azucar , D. (2020). *Innovation and Entrepreneurial Ecosystems: Structure, Boundaries, and Dynamics*. Obtenido de Innovation in Food Ecosystems. Contributions to Management Science: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-33502-1_3
- Deloitte. (2016). *Ciudades inteligentes: El papel de México*. Obtenido de <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/mx/Documents/public-sector/Ciudades-inteligentes.pdf>

- Deloitte. (28 de Mayo de 2019). *Realidad aumentada*. Obtenido de <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articles/realidad-aumentada-y-pymes.html>
- Departamento de Asuntos Económicos y Sociales de las Naciones Unidas. (2019). *World Population Prospects 2019*. Obtenido de <https://population.un.org/wpp/>
- Durénit, G. (1994). Sistema Nacional de Innovación. <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/362/1/RCE1.pdf>. Obtenido de Comercio Exterior: <http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/362/1/RCE1.pdf>
- Ecologistas en Acción. (01 de Septiembre de 2008). *¿Qué son las PM2,5 y cómo afectan a nuestra salud?* Obtenido de <https://www.ecologistasenaccion.org/17842/que-son-las-pm25-y-como-afectan-a-nuestra-salud/>
- Ekos. (31 de Enero de 2020). *Los 8 países que lideran el mundo en investigación científica*. Obtenido de Ekos Ranking: <https://www.ekosnegocios.com/articulo/los-8-paises-que-lideran-el-mundo-en-investigacion-cientifica>
- esmartcity. (28 de Noviembre de 2022). *Medio Ambiente*. Obtenido de <https://www.esmartcity.es/medio-ambiente>
- Estrada, J. (23 de Febrero de 2023). *Solución a las emisiones de metano de la industria petrolera en México*. Obtenido de https://energiaadebate.com/solucion-a-las-emisiones-de-metano-de-la-industria-petrolera-en-mexico/#_ftn3
- Etzkowitz, H. (2003). *Innovation in innovation: the Triple Helix of university-industry-government relations*. Social Science Information, vol. 42, n.º 3.
- Etzkowitz, H., & Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation from national systems and "mode 2" to a Triple Helix of University-Industry government relations. *Research Policy*, N°29:109-123.

- Flores, L. (01 de Noviembre de 2018). Nuevo León, un paso adelante hacia las ciudades inteligentes. *El economista*, págs. <https://www.eleconomista.com.mx/estados/Nuevo-Leon-un-paso-adelante-hacia-las-ciudades-inteligentes-20181101-0091.html>.
- Florice, S., Michela, J., & George M. (2009). Resource feedbacks for continuous innovation: the articulation of firm, university and government roles. *Conference, Copenhagen Business School (CBS)*. Copenhagen, Dinamarca, Summer.
- Forbes. (2018). Industria 4.0: oportunidades y retos en México. *Forbes México*, <https://www.forbes.com.mx/industria-4-0-oportunidades-y-retos-en-mexico/>.
- Forbes Staff. (2016). China quiere ser número uno (también) en realidad aumentada. *Forbes México*, <https://www.forbes.com.mx/china-quiere-ser-numero-uno-tambien-en-realidad-aumentada/>.
- Freeman, C. (1987). *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London: Pinter.
- FREENATUR. (2020). *EL PAÍS MÁS SOSTENIBLE DEL MUNDO*. Obtenido de <https://freenatur.com/blog-eco-friendly/el-pais-mas-sostenible-del-mundo/>
- Frías, E. R. (29 de Noviembre de 2015). *Los Social Labs como espacios de experimentación y participación social*. Obtenido de <https://es.slideshare.net/eromerof/los-social-labs-como-espacios-de-experimentacin-y-participacin-social>
- Fundación Aequae. (19 de Abril de 2021). *Smart Cities: el futuro de las ciudades sostenibles*. Obtenido de Fundación Aequae: <https://www.fundacionaequae.org/wiki/smart-cities-ciudades-sostenibles/>
- FUNDESA. (06 de Mayo de 2023). *Desempeño Ambiental*. Obtenido de <https://www.fundesa.org.gt/indices-y-evaluaciones-de-pais/indices-internacionales/desempeno->

ambiental#:~:text=El%20%C3%8Dndice%20de%20Desempe%C3%B1o%20Ambient
al,tem%C3%A1ticas%20compuestas%20por%2020%20indicadores.

García, T. (29 de Noviembre de 2019). *Doha, el gran espectáculo urbanístico*. Obtenido de EL PAÍS:
https://elpais.com/elpais/2019/11/28/seres_urbanos/1574966251_591567.html

Gascó, M. (2017). Ciudades y gobiernos inteligentes: Un fenómeno en auge. En J. Gil-García, J. Criado, & J. Téllez, *Tecnologías de información y comunicación en la administración pública: Conceptos, enfoques, aplicaciones y resultados*. (págs. 261-290). Ciudad de México: INFOTEC.

Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P., & Trow, M. (1994). *The New Production of Knowledge. The dynamics of science and research in contemporary societies*. London: Sage Publications, Thousand Oaks, Nueva Delhi.

Giffinger, R., Fertnet, C., Hans, K., Kalasek, R., Pichler-Milanovic, N., & Meijers, E. (2007). *Smart cities: Ranking of European medium-sized cities*. Viena: Center of Regional Science. Obtenido de Smart Cities: http://www.smart-cities.eu/download/smart_cities_

Gonçalves-Alvim, S., & Tortato Rauen, A. (Diciembre de 2019). *Vinculación gobierno-academia-sector productivo en Brasil: el caso de la convocatoria pública MCTI/CNPq-ISTPCanada n°19/2012*. Obtenido de https://repositorio.altecasociacion.org/bitstream/handle/20.500.13048/1846/Vinculaci%C3%B3n%20gobierno-academia-sector%20productivo%20en%20Brasil%20el%20caso%20de%20la%20convocatoria_ALTEC_2019_m13_paper_030.pdf?sequence=1&isAllowed=y

González de la Fe, T. (2009). El modelo de Triple Hélice de relaciones Universidad, industria y Gobierno: un análisis crítico. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, v. CLXXXV, n. 738, 739-755.

- González, C. M. (2010). Los grandes conflictos de la movilidad. En C. d. Madrid, & F. d. Madrid, *Movilidad Urbana y Sostenible: Un reto energético y ambiental* (págs. 21-45). Madrid: Caja Madrid. Obra Social.
- GOVUP. (2018). *De la innovación de la Triple Hélice a la Cuádruple*. Obtenido de <http://www.gov-up.com/blog/innovacion-triple-cuadruple-helice/>
- Guillén, B. (23 de Noviembre de 2022). *La contaminación ambiental, el monstruo silencioso que mata cada año a más de 8.000 personas en Ciudad de México*. Obtenido de el País: <https://elpais.com/mexico/2022-11-23/la-contaminacion-ambiental-el-monstruo-silencioso-que-ahoga-cada-ano-a-8000-personas-en-ciudad-de-mexico.html>
- Guillén, D. (2018). Cuádruple Hélice En La Gestión Territorial. *Cataluña Económica*, 57-59.
- Guterres, A. (Julio de 2020). *El impacto de la pandemia en las ciudades*. Obtenido de Publicación del informe "COVID-19 en un entorno urbano": <https://www.un.org/es/coronavirus/articles/covid-19-urban-world>
- Guzmán, A., Gómez Viquez, H., & López Herrera, F. (Nueva Época, número especial, agosto 2018). Patentes y crecimiento económico, el caso de México durante el tlcan. *Economía Teoría y Práctica*, 117-214. Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/pdf/etp/nspe4/2448-7481-etp-spe4-177.pdf>
- Heras Lara, L. (2004). La realidad aumentada: una tecnología en espera de usuarios. *Revista Digital Universitaria, Volumen 5 Número 7, ISSN: 1067-6079*, 9.
- IESE. (2014). *IESE Cities in Motion. Index 2014*. Obtenido de Barcelona: IESE Business School: http://www.iese.edu/en/multimedia/ST-0333-E_tcm41-159595.pdf.
- IESE Bussines School. (Mayo de 2020). *IESE Cities in Motion Index*. Obtenido de <https://media.iese.edu/research/pdfs/ST-0542.pdf>
- IMCO Staff. (14 de Septiembre de 2017). *ÍNDICE MUNDIAL DE INNOVACIÓN 2017 VÍA OMPI*. Obtenido de <https://imco.org.mx/indice-global-innovacion-2017-via->

- Johannes, M. (18 de Febrero de 2019). *Smart city series: Ciudades Inteligentes en México*. Obtenido de <https://www.e-zigurat.com/blog/es/smart-city-series-ciudades-inteligentes-mexico/>
- Kline, S., & Rosenberg, N. (1986). *An overview of Innovation*. Landau, Rosenberg (Eds): Washington: National Academy Press.
- La Jornada Zacatecas. (01 de Enero de 2021). Presenta Cozcyt proyectos finales que se crearon en el Labsol en 2020. *La Jornada*, págs. <https://ljz.mx/04/01/2021/presenta-cozcyt-proyectos-finales-que-se-crearon-en-el-labsol-en-2020/>.
- LA Network. (25 de Junio de 2023). *¿CUÁL ES LA CIUDAD DE LATINOAMÉRICA CON MEJOR CALIDAD DE VIDA?* Obtenido de Hábitat y Desarrollo Urbano: <https://la.network/cual-es-la-ciudad-de-latinoamerica-con-mejor-calidad-de-vida/#:~:text=Buenos%20Aires%20logr%C3%B3%20una%20puntuaci%C3%B3n,ciudades%20de%20todo%20el%20mundo.>
- Lara, M. (Marzo de 2018). *Sistemas de Integración Horizontal y Vertical en Industria 4.0: Evaluación y Desarrollo*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/328703925_Sistemas_de_Integracion_Horizontal_y_Vertical_en_Industria_40_Evaluacion_y_Desarrollo
- Leal, P. F. (27 de Julio de 2017). *Factores críticos que integran un modelo de gestión de un Parque Tecnológico para promover la competitividad regional en México*. Obtenido de <http://tesis.ipn.mx/handle/123456789/22563>
- LEANpio. (12 de Enero de 2022). *Las ciudades sostenibles y su gestión de residuos sólidos urbanos*. Obtenido de <https://www.leanpio.com/es/blog/ciudades-sostenibles-gestion-de-residuos>
- Levy B., G. (10 de Junio de 2022). *Cuarta Revolución Industrial y Smartcities: el matrimonio perfecto*. Obtenido de Andina Link Smart Cities:

<https://www.andinalinksmartcities.com/cuarta-revolucion-industrial-y-smartcities-el-matrimonio-perfecto/>

Lezama, J. L., & Domínguez, J. (Septiembre de 2006). *Medio ambiente y sustentabilidad urbana*. Obtenido de El Colegio de México.: https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252006000300007

López Cobia, D. (10 de Diciembre de 2016). *Gastos de investigación y desarrollo (I+D)*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/gastos-de-investigacion-y-desarrollo-id.html>

López Cobia, D. (24 de Octubre de 2016). *Investigación y desarrollo (I+D)*. Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/investigacion-desarrollo-id.html>

López Robles, J. (09 de Diciembre de 2017). *Pasemos de la triple a la cuádruple hélice, a través del desarrollo de iniciativas abiertas como @LABSOL_*. Obtenido de https://www.elsoldezacatecas.com.mx/analisis/pasemos-de-la-triple-a-la-cuadruple-helice-a-traves-del-desarrollo-de-iniciativas-abiertas-como-labsol_-1156177.html

López, S. C. (17 de mayo de 2021). *VilaPRESS*. Obtenido de [https://www.vilapress.cat/texto-diario/mostrar/2887855/75-consumo-recursos-naturales-tiene-lugar-ciudades#:~:text=Viladecans-,El%2075%25%20del%20consumo%20de%20recursos%20naturales%20tiene%20lugar%20en,de%20efecto%20invernadero%20\(GEI\)](https://www.vilapress.cat/texto-diario/mostrar/2887855/75-consumo-recursos-naturales-tiene-lugar-ciudades#:~:text=Viladecans-,El%2075%25%20del%20consumo%20de%20recursos%20naturales%20tiene%20lugar%20en,de%20efecto%20invernadero%20(GEI)).

López, S., Mejía, J., & Schmal, R. (2006). Un acercamiento al concepto de la transferencia de tecnología en las universidades y sus diferentes manifestaciones. *Panorama socioeconómico, Vol. 24, N°32: 70-81*.

Luengo, M., & Obeso, M. (2012). El efecto de la Triple Hélice en los resultados de innovación. *Revista de Administración de empresas*.

- Lundvall, A. (1985). *Product Innovation and User-Producer Interaction*. Aalborg: Aalborg University Press.
- Lundvall, B. (1997). National Systems and National Styles of Innovation. *Fourth International ASEAT Conference "Differences in styles"*. Manchester. September 2-4.
- Mahou Fernández, A., & Díaz Pérez de Lama, S. (2018). La Cuarta Revolución Industrial y la agenda digital de las organizaciones. *Economía industrial, ISSN 0422-2784, N° 407*, 95-104.
- Mapa de México. (2022). *Mapa de México*. Obtenido de <https://www.mapademexico.com.mx/mapa-de-mexico-por-regiones>
- Martin , B., & Tang, P. (2007). *The benefits from publicly funded research*. . SPRU Electronic Working paper, v. 41.
- Martínez, C. I. (30 de Mayo de 2019). *El modelo triple hélice: la articulación Estado, empresa y universidad*. Obtenido de Portafolio: <https://www.portafolio.co/innovacion/el-modelo-triple-helice-la-articulacion-estado-empresa-y-universidad-530122>
- McGeoch, I. A. (15 de Diciembre de 2021). *Patentes en China*. Obtenido de abg experts: <https://abg-ip.com/es/patentes-en-china/>
- Mendoza, E. C. (15 de Diciembre de 2015). *Manual de Organización del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología*. Obtenido de Siicyt: <https://www.siicyt.gob.mx/index.php/normatividad/conacyt-normatividad/conacyt/1502-reformas-al-manual-de-organizacion-del-consejo-nacional-de-ciencia-y-tecnologia/file#:~:text=Tiene%20por%20objeto%20ser%20la,pa%C3%ADs%20conforme%20al%20art%C3%ADculo%202o.>
- Mengpin, G., Johannes , F., & Leandro, V. (02 de Septiembre de 2021). *Cuatro gráficos que explican las emisiones de gases de efecto invernadero por país y por sector*.

- Obtenido de WR México: <https://wrimexico.org/bloga/cuatro-gr%C3%A1ficos-que-explican-las-emisiones-de-gases-de-efecto-invernadero-por-pa%C3%ADs-y-por>
- Mercan, B., & Göktas, D. (2011). Components of Innovation Ecosystems: A Cross-Country Study. *International Research Journal of Finance and Economics*, págs. 1450-2887.
- Monja, M. L. (30 de Junio de 2021). *Ecosistemas de innovación: Definición, tipos, ejemplos*. Obtenido de <http://innovaromir.com/ecosistemas-de-innovacion-definicion-tipos-ejemplos/>
- Montiel Romero, J. (31 de Octubre de 2018). *La simulación de procesos en la Industria 4.0*. Obtenido de <https://profesionistas.org.mx/la-simulacion-de-procesos-en-la-industria-4-0/>
- Morales, C. (2014). Empresas mexicanas, perdidas en Big Data. *Forbes México*, <https://www.forbes.com.mx/empresas-mexicanas-perdidas-en-big-data/>.
- Morán, D. R. (2017). Ciberseguridad en China. *Boletín I.E.E.E., ISSN-e 2530-125X, N° 5 (enero - marzo)*, 8-15.
- Moriello, S. (2005). *Inteligencia Natural y Sintética*. Buenos Aires: Nueva Librería.
- Mov Magazine. (Febrero de 2018). *México ocupa el primer lugar mundial en protección de áreas marinas*. Obtenido de <https://medium.com/@movmagazine/m%C3%A9xico-ocupa-el-primer-lugar-mundial-en-protecci%C3%B3n-de-%C3%A1reas-marinas-a69b64c03142>
- Mozur, P., & Markoff, J. (02 de Junio de 2017). China es el nuevo líder en el campo de la inteligencia artificial. *The New York Times Es*, págs. <https://www.nytimes.com/es/2017/06/02/china-inteligencia-artificial/>.
- NEOENERGIA. (2022). *ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN, DESCUBRE QUÉ ES Y LOS BENEFICIOS PARA LAS EMPRESAS*. Obtenido de <https://www.neoenergia.com/es-es/te-interessa/innovacion/Paginas/ecosistemas-de-innovacion.aspx>

- Newman, E., Paoletto, G., & Inoguchi, T. (1999). *Cities and the Environment: New Approaches for Eco-societies*. USA: United Nations University Press.
- NexusAdminstraIntegra. (11 de Febrero de 2020). *Smart cities: 4 tecnologías esenciales*. Obtenido de Nexus Integra: <https://nexusintegra.io/es/smart-cities-4-tecnologias-esenciales/#:~:text=El%20desarrollo%20de%20tecnolog%C3%ADas%20como,smart%20cities%20en%20el%20mundo>.
- nippon. (11 de Octubre de 2020). *China arrebatada a Estados Unidos el primer lugar en la publicación de artículos científicos y Japón cae al cuarto puesto*. Obtenido de nippon: <https://www.nippon.com/es/japan-data/h00809/>
- nuevatribuna. (Abril de 2016). *Ranking de países con mejor desarrollo ambiental*. Obtenido de <https://www.nuevatribuna.es/articulo/sostenibilidad/finlandia-encabeza-ranking-paises-mejor-desarrollo-industrial/20160404214214127012.html>
- Numbeo. (13 de Mayo de 2023). *Pollution in Mexico*. Obtenido de <https://www.numbeo.com/pollution/in>
- OECD. (2019). *Higher Education in Mexico: Labour Market Relevance and Outcomes, Higher Education*. Obtenido de https://www.oecd-ilibrary.org/education/higher-education-in-mexico_9789264309432-en
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2021). *Índice Mundial de Innovación 2021. Seguimiento de la innovación durante la crisis de la COVID-19*. Obtenido de Organización Mundial de la Propiedad Intelectual: https://www.wipo.int/global_innovation_index/es/2021/
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (Noviembre de 2021). *Perfiles Estadísticos de los Países*. Obtenido de WIPO: https://www.wipo.int/ipstats/es/statistics/country_profile/profile.jsp?code=MX
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual. (2018). *Índice Mundial de Innovación 2018: China se coloca entre los 20 países principales; Suiza, los Países Bajos, Suecia, el Reino*

- Unido, Singapur y los Estados Unidos de América encabezan la clasificación anual.*
Obtenido de https://www.wipo.int/pressroom/es/articles/2018/article_0005.html
- Ortiz, G. (2019). *México rezagado en Internet de las Cosas.* Obtenido de <https://www2.deloitte.com/mx/es/pages/dnoticias/articulos/internet-de-las-cosas-en-mexico.html>
- Páez, F. A. (2007). La sustentabilidad urbana en las ciudades. *Boletim Goiano de Geografia, vol. 27, núm. 2*, 11-33.
- Panorama Educativo de México. (2007). *Indicadores del Sistema Educativo Nacional. Educación básica.* Obtenido de <https://www.inee.edu.mx/wp-content/uploads/2019/03/CS07-2009.pdf>
- Peréz Valencia, I. (2015). *Proyectan la primera ciudad inteligente de México.* Obtenido de <http://www.cienciamx.com/index.php/tecnologia/tic/3189-proyectan-primera-ciudad-inteligente-de-mexico>
- Perfil. (24 de Junio de 2022). *Por qué The Economist dice que Buenos Aires es la mejor ciudad latinoamericana para vivir.* Obtenido de <https://www.perfil.com/noticias/actualidad/por-que-the-economist-dice-buenos-aires-es-mejor-ciudad-latinoamericana-para-vivir.phtml>
- Phills, J., Deiglmeier, K., & Miller, D. (2008). "Rediscovering social innovation". *Stanford Social Innovation Review, otoño*, 34-43.
- Políticas de Juventud. (18 de Noviembre de 2011). *Encuesta Nacional de Juventud 2010.* Obtenido de Resultados Generales: <http://politicasyjuventud.celaju.net/wp-content/uploads/2014/05/Encuesta-Juv-2010.pdf>
- ProChile. (2014). *Ecosistemas de Emprendimiento e Innovación en México.* Obtenido de O. C. de C. en G.: <https://www.prochile.gob.cl/documento-biblioteca/ecosistemas-deempredimiento-e-innovacion-en-mexico/>

- Ramírez Treviño, A., Sánchez Núñez, J. M., & García Camacho, A. (2004). El Desarrollo Sustentable: Interpretación y Análisis. *Revista del Centro de Investigación. Universidad La Salle*, 55-59.
- Ramírez, J. R. (2010). *Importancia de la investigación*. Obtenido de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-22592010000200001#:~:text=La%20investigaci%C3%B3n%20estimula%20el%20pe nsamiento,escasa%20curiosidad%20e%20iniciativa%20personal.
- Rendón Correa, E., Rosero Noguera, R., & Posada Ochoa, S. (2022). *Efecto del nitrato protegido sobre las emisiones de metano, utilización de la energía, y balance de nitrógeno en novillos Brangus*. Obtenido de CIT Información Tecnológica, 33(6): https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642022000600113&lng=en&nrm=iso&tlng=en
- Reyes, E., Chávez, G., Tejero, R., Elías, Á., & Mendoza, J. (2021). *Ecosistema de Startups Mexicano*. Obtenido de Strategy&: <https://www.strategyand.pwc.com/mx/es/archivo/1125072-ms-2021-Startup-Ecosystem-STGY-Esp.pdf>
- Rodríguez, E., Bonnard, R., & Alvares, A. (Octubre de 2017). *Propuesta de un nuevo modelo de información para manufactura aditiva basado en STEP-NC*. Obtenido de https://www.researchgate.net/profile/Renan_Bonnard/publication/320625172_Propuesta_de_un_Nuevo_Modelo_de_Informacion_para_Manufactura_Aditiva_basado_en_STEP-NC/links/5c791913a6fdcc4715a48a11/Propuesta-de-un-Nuevo-Modelo-de-Informacion-para-Manufactura-Adi
- Rodríguez, A. (2019). *¿Puede México convertirse en una Ciudad Inteligente?* Obtenido de <https://www.telcel.com/empresas/tendencias/notas/convertir-a-mexico-en-ciudad-inteligente>
- Rodríguez, É. (2017). Labsol, software libre para mentes creativas. *mi patente*, <https://www.mipatente.com/labsol-software-libre-para-mentes-creativas/>.

- Roldán Velásquez, F. (02 de Junio de 2011). *Qué son los Living Labs*. Obtenido de <http://fajaro.blogspot.com/2013/06/que-son-los-living-labs.html>
- Román, J. L. (2016). *Industria 4.0: la transformación digital de la industria*. Conferencia de directores y decanos de ingeniería informática. CODii.
- Rubín, T. (Noviembre de 2021). *Dinamarca y otros países que son ejemplo ambiental*. Obtenido de REFORMA: https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?_rval=1&urlredirect=https://www.reforma.com/dinamarca-y-otros-paises-que-son-ejemplo-ambiental/ar2300438?referer=--7d616165662f3a3a6262623b727a7a7279703b767a783a--
- Sábato, J., & Botana, N. (1968). La ciencia y la tecnología en el desarrollo futuro en América Latina. *Revista de la Integración*. Vol. 1, N° 3:15-36.
- Salazar, J., & Silvestre, S. (2016). Internet de las Cosas. *České vysoké učení technické v Praze Fakulta elektrotechnická*, 6.
- Salvatierra, H. (2019). México, de los grandes consumidores de robots. *Forbes México*, <https://www.forbes.com.mx/mexico-de-los-grandes-consumidores-de-robots/>.
- Sánchez Ahuja, L., & Pedroza Zapata, Á. R. (2011). ANÁLISIS DEL SISTEMA NACIONAL DE INNOVACIÓN DE MÉXICO. *XV Congreso Internacional de Investigación en Ciencias Administrativas* (pág. 23). Guadalajara, Jalisco, México: ITESO. Obtenido de ITESO (Guadalajara, Jalisco, México).
- Schaffers, H., Komninos, N., Pallot, M., Trousse, B., Nilsson, M., & Oliveira, A. (2011). "Smart cities and the future Internet: Towards cooperation frameworks for open innovation". En (John Domingue et al., *Future Internet Assembly 2011. Achievements and technological promises* (págs. 431-446). Nueva York: Springer.
- Schumpeter, J. (1978). *Teoría del desenvolvimiento económico*. México: Quinta Reimpresión. Fondo de Cultura Económica .

Schumpeter, J. (1996). *Capitalismo, Socialismo y democracia*. T.I. Barcelona: Ediciones Folio.

Schumpeter, J. A. (1989). *Essays on entrepreneurs, innovations, business cycles and the evolution of capitalism*. Transactions Publishers.

Secco, G. (11 de Septiembre de 2017). *El internet de las cosas en China ya representa US 138.000 millones*. Obtenido de <http://logistica360.pe/el-internet-de-las-cosas-en-china-ya-representa-us-138-000-millones/>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural . (21 de Julio de 2020). *Impulsa Gobierno de México acciones para disminuir la deforestación y fortalecer el desarrollo sustentable del campo*. Obtenido de <https://www.gob.mx/agricultura/prensa/impulsa-gobierno-de-mexico-acciones-para-disminuir-la-deforestacion-y-fortalecer-el-desarrollo-sustentable-del-campo-248602?idiom=es#:~:text=Entre%20las%20actividades%20consideradas%20se,Deforestaci%C3%B3n%20y%20Degra>

Secretaría de Economía. (25 de Enero de 2016). *¿Qué beneficios ofrece el Programa Nacional de Innovación para fortalecer las empresas en México?* Obtenido de <https://www.gob.mx/se/articulos/que-beneficios-ofrece-el-programa-nacional-de-innovacion-para-fortalecer-las-empresas-en-mexico>

Secretaria de Econonmía. (22 de Febrero de 2022). *Programa Nacional de Innovación*. Obtenido de Economía: <http://www.2006-2012.economia.gob.mx/comunidad-negocios/innovacion/innovacion-programa-nacional-innovacion#!prettyPhoto>

SEDEMA. (20 de Octubre de 2020). *Fortalecimiento de medidas contribuye a reducir concentración de contaminantes*. Obtenido de <https://www.sedema.cdmx.gob.mx/comunicacion/nota/fortalecimiento-de-medidas-contribuye-reducir-concentracion-de-contaminantes#:~:text=Entre%20las%20acciones%20implementadas%20para,en%20productos%20dom%C3%A9sticos%2C%20cosm%C3%A9ticos%20y>

SEMARNAT. (Marzo de 2017). *Programa de Gestión para Mejorar la Calidad del Aire en el Estado de Chihuahua, 2016-2025*. Obtenido de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/249574/ProAire_Chihuahua.pdf

SEMARNAT. (2022). *Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México*. Obtenido de Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/indicadores14_cd/conjuntob/00_conjunto/marco_conceptual.html

SEMARNAT. (07 de Mayo de 2023). *Agua • Disponibilidad*. Obtenido de El medio ambiente en México: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_1_2.html

SEMARNAT. (06 de Mayo de 2023). *Presión sobre el agua*. Obtenido de El medio ambiente en México 2013-2014: https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_1_2.html

SESANTIAGO. (05 de Febrero de 2021). *Ranking IESE Cities in Motion y las cinco ciudades más inteligentes del mundo*. Obtenido de Calidad de vida, innovación, Noticia, Principales home: <http://www.sesantiago.cl/ranking-iese-cities-in-motion-y-las-cinco-ciudades-mas-inteligentes-del-mundo/>

Signals IoT. (4 de Abril de 2019). *Integración de sistemas en la Industria 4.0*. Obtenido de <https://signalsiot.com/integracion-de-sistemas-en-la-industria-4-0/>

Sikora-Fernández, D. (2017). Factores de desarrollo de las ciudades inteligentes. *Revista Universitaria de Geografía*, 135-152.

Sistema Nacional de Competitividad e Innovación. (2021). *Índice Global de Innovación (Global Innovation Index)*. Obtenido de GOV:

<http://www.colombiacompetitiva.gov.co/snci/indicadores-internacionales/indice-global-innovacion>

Smartlighting. (14 de Julio de 2020). *Londres, Nueva York y París vuelven a ser las ciudades más inteligentes del mundo según el ranking IESE 2020*. Obtenido de <https://smartlighting.es/londres-nueva-york-paris-ciudades-inteligentes-iese-2020/>

Solex.biz. (Diciembre de 2020). *Ciudades inteligentes, una realidad de la mano de la revolución industrial 4.0*. Obtenido de <https://www.solex.biz/noticias/ciudades-inteligentes-realidad-revolucion-industrial-4-0/#:~:text=Las%20ciudades%20inteligentes%20o%20%20E2%80%9Csmart,de%20vida%20de%20forma%20sostenible>

Somolinos, D. (09 de Marzo de 2021). *La 'revolución' de la limpieza llega a Madrid: sensores para una gestión más eficaz*. Obtenido de <https://www.elmundo.es/madrid/2021/03/09/60465a18fc6c83ed038b4704.html>

Staff High Tech Editores. (06 de Noviembre de 2018). *México tendrá su primera ciudad inteligente en 2020*. Obtenido de <https://www.infochannel.info/mexico-tendra-su-primera-ciudad-inteligente-en-2020>

STATISTA. (2018). *Market size of the big data industry in China 2014 to 2020 (in billion yuan)*. Obtenido de New York, USA. Statista Inc. : <https://www.statista.com/statistics/796500/china-big-data-market-size/>

Suarez Gutierrez, M. (26 de Agosto de 2023). *El impacto de las TIC's en la sociedad*. Obtenido de Universidad Veracruzana.

Suárez, D. (2018). *El enfoque de los sistemas de innovación*. Obtenido de UNGS - IDEI: <https://www.ungs.edu.ar/wp-content/uploads/2018/09/Suarez-2018.pdf>

Talent Garden. (16 de Junio de 2021). *¿Qué es un ecosistema de innovación?* Obtenido de <https://talentgarden.org/es/coworking-tag/que-es-un-ecosistema-de-innovacion/>

- Talmar M., B. W. (2020). *Mapping, analyzing and designing innovation ecosystems: The Ecosystem Pie Model*. Obtenido de Long Range Planning. Volume 53, Issue 4, 2020, 101850, ISSN 0024-6301: <https://doi.org/10.1016/j.lrp.2018.09.002>.
- Toche, N. (02 de Julio de 2019). México, lugar 28 en producción científica. págs. <https://www.eleconomista.com.mx/arteseideas/Mexico-lugar-28-en-produccion-cientifica-20190702-0167.html>.
- UIT-TFG-SSC. (2014). *Grupo Temático sobre Ciudades Inteligentes y Sostenibles*. Obtenido de ITU: <https://www.itu.int/es/ITU-T/focusgroups/ssc/Pages/default.aspx>
- universia. (2019). *Estudiar en China*. Obtenido de Estructura del Sistema Educativo: <https://www.universia.net.mx/estudiar-extranjero/china/sistema-educativo/estructura-sistema-educativo/2543>
- Uriarte, J. M. (22 de Marzo de 2020). *Ciudad Sustentable*. Obtenido de Caracteristicas.co.: <https://www.caracteristicas.co/ciudad-sustentable/>
- Valencia de Lara, P., & Patlán Pérez, J. (Noviembre de 2011). El empresario innovador y su relación con el desarrollo económico. *TEC Empresarial, Vol 5. Num 3.*, 21-27.
- Vilchis, R. (2022). Consorcios Conacyt: colaboración para el desarrollo. *mi patente*, <https://www.mipatente.com/consorcios-conacyt-colaboracion-para-el-desarrollo/>.
- WATTABIT. (Noviembre de 2022). *Medioambiente y las Smart Cities: una solución para el planeta*. Obtenido de <https://wattabit.com/medioambiente-y-las-smart-cities-una-solucion-para-el-planeta/>
- Wilks, J. (13 de Julio de 2020). *Una planificación urbana inteligente: la receta de Frankfurt contra el calor*. Obtenido de euronews: <https://es.euronews.com/green/2020/07/13/una-planificacion-urbana-inteligente-la-receta-de-frankfurt-contra-el-calor>

World Bank Open Data. (06 de Mayo de 2023). *Contaminación del aire por PM2,5, exposición anual media (microgramos por metro cúbico) - Mexico*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.PM25.MC.M3?locations=MX>

World Bank Open Data. (06 de Mayo de 2023). *Emisiones de metano (kt de equivalente de CO2) - Mexico*. Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EN.ATM.METH.KT.CE?locations=MX>

Xinhua. (08 de Noviembre de 2017). *Mercado de computación en la nube de China llegará 686.000 millones de yuanes en 2020*. Obtenido de http://spanish.xinhuanet.com/2017-11/08/c_136737343.htm

YALE. (2022). *Resumen de resultados*. Obtenido de Environmental Performance Index: <https://epi.yale.edu/epi-results/2022/component/epi>

Yes-Sun Environmental Biotech. (17 de Mayo de 2013). *¿Cómo maneja Singapur "Garden City" su basura doméstica?* Obtenido de Singapur: <https://www.yessun.com/es/how-does-garden-city-singapore-handle-their-domestic-waste/#:~:text=En%20Singapur%2C%20la%20eliminaci%C3%B3n%20de,la%20basura%20lo%20m%C3%A1s%20posible>.

Zhexue Huang, J. (2016). Big data Initiatives in China: Opportunities and Challenges. *The 12th IEEE-RIVF International Conference on Computing and Communication Technologies*. Hanoi, Vietnam.