



Universidad de San Andrés

Escuela de Negocios

Maestría en Gestión de servicios Tecnológicos y Telecomunicaciones

**Estado del Arte, Evolución y Oportunidades en el Mercado de
IoT en Latinoamérica con vistas al cumplimiento del ODS 11**

Autor : Lic. Efraín Vicente Cruz

Director de Tesis : Dr Alejandro Prince

Co Tutor : Patricio Carranza

Buenos Aires 5 de Diciembre de 2023

Dedicatoria

A Mavi, mi compañera, por su paciencia inquebrantable, por su fuerza para aguantar cada desafío y por su profunda comprensión en cada paso de este viaje.

A mis hijos, Valentín y Simón, mi inspiración constante, que con cada risa y cada mirada me recordaron el porqué de mi esfuerzo.

A mis amigos, por ser los pilares silenciosos que siempre estuvieron ahí, celebrando cada logro y apoyando en cada caída.

A Patricio, por su confianza, orientación, tiempo y soporte permanente.

A todos ustedes, dedico esta tesis.



Universidad de
San Andrés

Agradecimientos

Mis más sincero agradecimiento a mi familia, por su amor incondicional, apoyo y comprensión. Gracias por creer en mí y motivarme a seguir adelante.

A mi Tutor, el Dr. Alejandro Prince, por su paciencia, sabiduría y constante apoyo durante este proceso. Sus consejos a tiempo y su valiosa guía. Por creer en mi capacidad.

A Patricio Carranza porque siempre estuvo apuntalando desde su experiencia y conocimiento que han sido esenciales para la realización de esta tesis.

A la Universidad de San Andrés por brindarme las herramientas y recursos necesarios para desarrollarme en este plano.

A Javier Miano, que durante este tiempo me brindó su soporte y contención.

No puedo dejar de mencionar a mis amigos, compañeros, especialistas, quienes han estado a mi lado en cada paso de este viaje, ofreciéndome palabras de aliento y momentos de esparcimiento.

Y finalmente, a todos aquellos que de alguna u otra manera contribuyeron a que este sueño se convirtiera en realidad.

Sin su colaboración, esta tesis no hubiera sido posible.

Este logro no es solo mío, sino de todos ustedes también.

Índice

Dedicatoria.....	1
Agradecimientos.....	2
Resumen (Abstract).....	4
Palabras Clave.....	5
1. Capítulo I: Introducción.....	6
1.1. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).....	6
1.2. ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles.....	8
1.3. Internet de las Cosas (IoT): Definiciones y conceptos fundamentales.....	8
Importancia de IoT en el ODS 11.....	16
1.4. Desafíos del crecimiento de la población urbana.....	18
1.5. Internet de las Cosas (IoT) y su posible contribución al ODS 11.....	23
1.6. Evolución y estado del arte de IoT en Latinoamérica.....	26
1.7. Aspectos clave para el cumplimiento del ODS 11.....	35
1.8. Innovaciones tecnológicas relevantes. Impacto.....	37
2. Capítulo II: Metodología y Marco Teórico.....	41
2.1. Base teórica y relevancia de la investigación.....	41
2.2. Problemas y preguntas de la investigación.....	43
2.3. Objetivos de la investigación.....	43
2.4. Hipótesis.....	44
2.5. Métodos de investigación.....	45
2.6. Países y ciudades seleccionados para el análisis.....	45
2.7. Recopilación y análisis de datos.....	47
2.8. Indicadores de cumplimiento del ODS 11.....	48
3. Capítulo III: Análisis de Oportunidades.....	52
3.1. Estado de las ciudades de Latinoamérica en relación con el ODS 11.....	52
3.2. El potencial de IoT para resolver los desafíos del ODS 11.....	63
3.3. Oportunidades de aplicación de IoT.....	67
3.4. Casos de éxito y buenas prácticas en Latinoamérica.....	72
4. Capítulo IV: Conclusión y Recomendaciones.....	82
4.1. Resumen de resultados.....	82
4.2. Conclusión sobre el potencial de IoT en Latinoamérica.....	83
4.3. Recomendaciones para las políticas públicas e infraestructura.....	88
Bibliografía.....	95
Anexos.....	99
A. Lista de entrevistados.....	99
B. Set de preguntas para la entrevistas.....	101

Resumen (Abstract)

La presente tesis tiene como propósito analizar, evaluar y comprender el alcance de Internet de las Cosas como vehículo para favorecer el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), con particular foco en el ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles.

La creciente y sostenida concentración de la población en los grandes conglomerados urbanos constituye un desafío a la hora de mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, satisfacer la acelerada demanda de viviendas asequibles, de infraestructura de comunicaciones y transporte, del suministro de servicios básicos y del desarrollo del empleo.

En este contexto, Internet de las Cosas puede actuar como un catalizador, estimulando la creatividad y logrando soluciones que, de otro modo, serían de compleja o imposible realización.

El presente estudio hace énfasis en el análisis de los siguientes puntos:

- Las oportunidades de Internet de las Cosas con mayor alcance en Latinoamérica y el Caribe y su impacto para el beneficio de las sociedades en pos de alcanzar las metas propuestas por el ODS 11.
- Las barreras que obstaculizan el avance de Internet de las Cosas en la región.

Este análisis se lleva a cabo observando la siguiente estructura:

- *Objetivos de Desarrollo Sostenible*: Conceptos generales de los ODS, sus características, alcance y beneficios para lograr la mejora en la calidad de vida a nivel global en el corto y mediano plazo.
- *ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles*: Contexto en el que se enmarca el Objetivo del Desarrollo Sostenible 11 (ODS 11), incluyendo las dimensiones clave para el cumplimiento de sus metas.
- *Internet de las Cosas*: Definición conceptual de Internet de las Cosas y del escenario que le da origen y lo sostiene. Se analiza la evolución y estado del arte de Internet de las Cosas en Latinoamérica y el Caribe, el mercado actual y su ecosistema.

- *Internet de las Cosas y el ODS 11*: Contribución potencial de Internet de las Cosas al cumplimiento de las metas previstas en el ODS 11. Se presenta el estado actual de las ciudades de Latinoamérica y el Caribe con mayor relevancia en la adopción de Internet de las Cosas y su vinculación con el ODS 11.

La presente investigación busca identificar las innovaciones tecnológicas disponibles más relevantes y su impacto en el mercado regional, a fin de establecer de qué manera pueden influir en el cumplimiento de las metas del ODS 11. Esto incluye los casos de aplicación exitosa tanto en el sector público como en el privado.

Las conclusiones de la presente tesis parten de lo investigado para contrastar teorías y proponer líneas de acción en torno al propósito que es objeto de este documento.

Palabras Clave

IoT. Desarrollo Sostenible. Conectividad. Datos. Redes. Seguridad. Marcos regulatorios. ODS. Ciudades inteligentes y sostenibles.

Universidad de
San Andrés

1. Capítulo I: Introducción

1.1. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Los ODS (*Objetivos de Desarrollo Sostenible*) se originaron en el año 2015. Fueron adoptados por los 193 estados miembros de las Naciones Unidas el 25 de septiembre de 2015 como parte de la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, el ODS es una continuación de los ODM (*Objetivos de desarrollo del Milenio*) el cual se establecieron en año 2000 tenía como metas específicas a alcanzar el año 2015, el ODM estaban más centrados en la erradicación de la pobreza en los países en desarrollo, los ODS tienen un enfoque global y abordan una amplia variedad de temas, incluido el cambio climático, la desigualdad económica y la promoción de sociedades pacíficas y justas.

Figura 1.1: Los Objetivos de Desarrollo Sostenible



Fuente : Banco de Datos Regional Para El Seguimiento de Los ODS
En América Latina y El Caribe, (2015).

Los ODS son un conjunto de 17 objetivos interconectados, se basan en principios clave, como la universalidad, la inclusión, la integración y la colaboración entre países y sectores para lograr un desarrollo sostenible en todo el mundo. En Latinoamérica y el Caribe, todos los países se comprometieron a adoptar medidas para implementar y alcanzar los ODS en sus respectivos territorios, trabajando en conjunto con la comunidad internacional para lograr un desarrollo sostenible en áreas como la erradicación de la pobreza, la igualdad de género, la educación, la salud, la energía limpia, la justicia social y más. Cada país adapta y prioriza los ODS de acuerdo con sus necesidades y circunstancias específicas.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible se plantean en un contexto global que abarca múltiples dimensiones sociales, culturales, económicas, tecnológicas y políticas.

En lo que respecta al contexto social, los factores que se suscitan y sientan las bases para el planteamiento de estos objetivos están divididos en tres ejes:

- *Urbanización y Población*: El crecimiento acelerado de la población mundial y la migración rural-urbana provocó un aumento en la población urbana. Surge la necesidad de planificar y gestionar el crecimiento de las ciudades para garantizar el acceso a servicios básicos, viviendas adecuadas y empleo.
- *Desigualdad y Pobreza Urbana*: Frente a las desigualdades sociales y económicas el ODS busca garantizar que todas las personas, independientemente de su origen socioeconómico, tengan acceso a oportunidades y servicios.
- *Diversidad Cultural*: En los centros de diversidad cultural y étnica, el ODS pone de relevancia el respeto y la preservación de la diversidad cultural de las comunidades urbanas.

En el contexto cultural, los ODS promueven la conservación y promoción del patrimonio cultural y arquitectónico como parte de un desarrollo sostenible. El contexto cultural, además incluye la participación activa de la sociedad civil en la planificación y toma de decisiones para el desarrollo de las ciudades y comunidades sostenibles,

Dentro del contexto económico, los ODS reconocen la importancia de un crecimiento económico, equitativo y sostenible en las ciudades, donde se fomente la creación de empleo y se promueva la inversión en sectores sostenibles. El desarrollo de ciudades y comunidades sostenibles puede generar oportunidades económicas (riquezas) y mejorar la calidad de vida de los habitantes urbanos.

Los Objetivos y las metas estimularán durante los próximos 15 años la acción en las siguientes esferas de importancia crítica para la humanidad y el planeta. (ONU, 2019).

1.2. ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles

El ODS 11 tiene como objetivo hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean más inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Se centra en mejorar la planificación urbana y la gestión del crecimiento de las ciudades para garantizar un entorno adecuado para la vida de sus habitantes.

Algunos puntos clave del ODS 11 incluyen:

1. *Contexto Tecnológico: Tecnología para la Sostenibilidad:* Las tecnologías juegan un papel fundamental en la construcción de ciudades inteligentes y sostenibles, optimizando la gestión de recursos, la movilidad y la infraestructura urbana.
2. *Conectividad y Comunicación:* La tecnología puede mejorar la conectividad entre las comunidades, facilitar la participación ciudadana y permitir la colaboración en la búsqueda de soluciones sostenibles.
3. *Contexto Político: Políticas Urbanas y Planificación:* El ODS 11 destaca la importancia de políticas y regulaciones efectivas para guiar el desarrollo urbano sostenible y garantizar el acceso a servicios básicos.
4. *Gobernanza y Participación:* La gobernanza efectiva y la participación ciudadana son fundamentales para implementar estrategias de desarrollo sostenible en el ámbito urbano.

1.3. Internet de las Cosas (IoT): Definiciones y conceptos fundamentales

Internet de las Cosas (*IoT: Internet of Things*) conecta los mundos digital y físico mediante la recopilación, medición y análisis de datos para predecir y automatizar los procesos.

En el último tiempo, ha nacido una nueva dimensión de Internet: IoT. A diferencia de la mayoría de las experiencias anteriores de Internet, el IoT, prevé la interacción de los objetos no tradicionales. Reciben esta denominación ya que no fueron concebidos para conectarse, ni comunicarse entre sí.

IoT es un concepto en constante evolución debido a varios factores que influyen en su desarrollo y adopción.

De acuerdo a lo que plantea Vinton Cerf, científico de la computación estadounidense, considerado uno de los padres de Internet, IoT *“es ubicuo por naturaleza y está presente en diferentes conceptos casi idénticos, como “Internet de todo”, “computación ubicua”, “computación omnipresente” e “inteligencia ambiental”, mientras que las diferencias entre los términos son de naturaleza académica”*. (Strous & Cerf, 2019).

Es interesante lo que plantea David Rose, un experto en diseño, emprendimiento y tecnología, conocido por sus contribuciones en el campo del diseño centrado en el ser humano y la tecnología ubicua. En relación con el Internet de las Cosas (IoT), David Rose ha formulado el concepto de "Enchanted Objects" (Objetos Encantados), en la cual se refiere a una visión del IoT donde los objetos cotidianos se convierten en objetos inteligentes e interconectados para mejorar y enriquecer la vida de las personas. En estos términos los objetos encantados son aquellos que están conectados, son inteligentes, son mágicos y encantadores. La magia aquí no se refiere a algo sobrenatural, sino a la idea de que estos objetos inteligentes pueden proporcionar experiencias y funcionalidades que sorprendan y encanten a las personas, haciendo que la interacción con ellos sea más placentera y significativa.

Un ejemplo, es el "espejo mágico" (Rose, 2014) que actúa como un espejo de tocador ordinario, pero también muestra información útil, como el pronóstico del tiempo, recordatorios de citas o mensajes importantes, mientras el usuario se arregla. En lugar de ser simplemente un espejo, el "espejo mágico" proporciona valor añadido y mejora la experiencia del usuario.

La idea detrás de IoT es permitir que estos dispositivos inteligentes se comuniquen entre sí y con otros sistemas para recopilar y analizar información, así como para tomar decisiones y actuar en consecuencia sin intervención humana. De esta manera, se crea un ecosistema digital donde los objetos pueden ser más eficientes, autónomos y ofrecer servicios personalizados.

Patricio Carranza, fundador y director de Inmigrandi —una iniciativa social que promueve la inclusión de los inmigrantes digitales mediante el diseño de proyectos educativos de alto impacto— hace particular énfasis en la riqueza de los datos que los sistemas de IoT producen: *“En un proceso continuo y complejo de transformación, los datos procesados devienen en información para la toma de decisiones sobre la base de tres pilares: 1) análisis descriptivo (para describir la realidad); 2) análisis predictivo (para predecir lo que pasará); y 3) análisis prescriptivo (para modificar los resultados). El poder de la información da lugar a la generación de conocimiento, indispensable para alcanzar la sabiduría. Este proceso (datos→información→conocimiento→sabiduría) le aporta a Internet de las Cosas la capacidad de predecir el futuro para, eventualmente, modificarlo”*.

Con los dispositivos y sensores IoT, se pueden obtener gran cantidad de datos (de geolocalización, vibraciones, temperaturas y gases, presencia y medición del ruido) que pueden colaborar a comprender mejor los diversos entornos de implicancia.

Los dispositivos IoT obtienen los datos y envían la información para que después pueda ser analizada y tratada a través de sistemas de Big Data y algoritmos para explotar los datos con inteligencia artificial y procesos de Machine Learning y así obtener ventajas como prevenir, por ejemplo, accidentes laborales entre otros.

La IoT interviene a través de actuadores, los mismos son dispositivos capaces de transformar energía en una acción con la finalidad de automatizar un proceso.

Historia de IoT

La historicidad del Internet de las cosas (IoT) se remonta a la década de 1980, aunque su evolución y adopción a gran escala han ocurrido en tiempos más recientes.

El informático Kevin Ashton, había tratado de persuadir a P & G para que pusiera etiquetas de identificación de radiofrecuencia y otros sensores en los productos de la cadena de suministro. Las etiquetas y los sensores generarían datos sobre dónde estaban los productos, si habían sido escaneados en un almacén, o colocados en un estante o vendidos.

A medida que fueron avanzando las tecnologías de comunicación, como el desarrollo de protocolos de internet estandarizados y la mejora de la conectividad inalámbrica, las bases para el IoT se vieron fortalecidas.

Sobre finales de los años '90 y principios de la década de 2000, se originaron algunas implementaciones iniciales de IoT en sectores como la telemetría industrial y los sistemas de monitoreo. Estos sistemas se utilizaron especialmente para supervisar y controlar dispositivos a distancia.

Gracias a la popularización de los smartphones y otros dispositivos móviles en la década de 2010, el concepto de IoT comenzó a crecer velozmente. Estos dispositivos actúan como interfaces para que los usuarios controlen y accedan a los dispositivos conectados. La adopción generalizada de tecnologías de conectividad como Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee y 4G/5G proporcionó la infraestructura necesaria para conectar una gran cantidad de dispositivos en todo el mundo.

A medida que IoT maduraba, se expandió a diferentes sectores, incluyendo el hogar inteligente, la industria, el transporte, la salud, la agricultura y las smart cities.

Los 4 pilares de IoT

IoT posee cuatro pilares que están íntimamente relacionados: infraestructura, objetos, sensores y actuadores y datos. La infraestructura hace referencia al conjunto de componentes y tecnologías que proporcionan la base para la conectividad, el procesamiento y la gestión de dispositivos y datos dentro de un ecosistema IoT.

Incluye varios elementos clave, como; redes de comunicación, plataformas de gestión de IoT, computación en la nube, edge computing, seguridad y análisis de datos.

Con respecto a los objetos; hasta el año 2008 la adopción de la tecnología IoT tenía un crecimiento lineal. Había de 0,3 a 0,6 dispositivos tradicionales (computadoras, tablets, celulares) conectados por persona. A partir del año 2008 existió un crecimiento exponencial debido a que la cantidad de dispositivos equipara a la población mundial, es decir, más de un dispositivo por persona, por otro lado, dejan de ser objetos tradicionales y se suman los objetos no tradicionales, aquellos que no fueron pensados para comunicarse entre sí. A partir de esta situación es que se presenta una mayor infraestructura para responder a esta demanda.

Los sensores y los actuadores son dos componentes fundamentales que permiten que los dispositivos físicos interactúen con el entorno y se comuniquen con otros dispositivos a través de la red. Estos componentes son la interfaz entre el mundo real y el mundo virtual.

Los sensores son dispositivos que detectan y recopilan información del entorno físico. Transformando estas mediciones en señales eléctricas o digitales que luego pueden ser procesadas y transmitidas a través de la red. Estos dispositivos pueden medir diversas variables, como temperatura, humedad, presión, luz, movimiento, proximidad y sonido.

Los actuadores son dispositivos que toman las decisiones basadas en los datos recopilados por los sensores y ejecutan acciones físicas en el entorno. Son responsables de llevar a

cabo las acciones en respuesta a la información recibida. Pueden realizar acciones como encender o apagar un dispositivo, mover objetos físicos, ajustar la temperatura.

En las casas inteligentes hay productos como los aires acondicionados que poseen esta tecnología, de esta manera el sensor, siente el calor y el actuador, enciende el aire acondicionado.

Los datos son la característica principal del IoT, ya que los objetos dialogan entre sí y producen datos de manera infinita. Por lo cual el Big Data (datos extremadamente grandes y complejos que superan la capacidad de las herramientas tradicionales de procesamiento y análisis de datos para gestionarlos de manera eficiente) es el eje central de esta tecnología.

Hay tres características clave que se conocen como las “3V” del Big Data formuladas por Doug Laney, analista y científico de datos que trabajó en Gartner, que describen los desafíos de gestión de datos en el contexto del Internet de las cosas (IoT): la variedad, la velocidad y el volumen. (Laney, 2001). Estas características están relacionadas con la enorme cantidad de datos generados por dispositivos y sensores conectados, lo que plantea retos significativos para su procesamiento, almacenamiento y análisis.

La variedad (variety) hace referencia a la diversidad de fuentes de datos generadas por los dispositivos IoT. Estos datos pueden ser de diferentes formatos, como texto, imágenes, audio, video o datos estructurados y no estructurados. Los dispositivos IoT pueden recopilar datos desde múltiples sensores, aplicaciones y sistemas, lo que resulta en una gran diversidad de información.

La velocidad (velocity) se refiere a la rapidez con la que los datos son generados, transmitidos y recopilados por los dispositivos IoT. Algunos sensores pueden generar datos en tiempo real o casi en tiempo real, lo que significa que la velocidad de generación de datos puede ser extremadamente alta. La capacidad de procesar y analizar datos rápidamente se vuelve crucial para tomar decisiones oportunas y realizar acciones en tiempo real.

El volumen (volume) hace referencia a la cantidad masiva de datos generados por los dispositivos IoT. A medida que la cantidad de dispositivos conectados aumenta y la frecuencia de generación de datos se incrementa, la cantidad total de datos producidos crece exponencialmente. Esta enorme cantidad de datos requiere una infraestructura de almacenamiento y procesamiento escalable y eficiente para su gestión adecuada.

El manejo efectivo de estos aspectos es fundamental para aprovechar el potencial del Internet de las cosas y permitir la toma de decisiones informadas y oportunas en diferentes industrias y aplicaciones.

Con el tiempo, se han agregado otras V al concepto original de Doug Laney, como la Veracidad (Veracity), que se refiere a la confiabilidad y precisión de los datos, y la Valor (Value), que destaca la importancia de extraer valor y conocimiento significativo a partir de los datos para la toma de decisiones y la innovación.

Seguridad

La seguridad en torno a IoT es un punto neurálgico y últimamente ha tenido modificaciones en cuanto a la normativa y homologaciones. Los protocolos aseveran que los dispositivos deben tener la seguridad adecuada e incorporada desde fábrica, si no cumplen con esta condición, no tendrán la homologación correspondiente.

Que hoy en día sea así, está relacionado con la propia historia y el camino desandado por las tecnologías IoT. En el año 2010 la empresa Dyn sufrió un ataque de denegación de servicio (DDoS) en su sistema de dominio de Internet (DNS) que afectó fundamentalmente a la costa este de Estados Unidos, la consecuencia fue que más de la mitad de usuarios se quedaron sin el servicio de Internet.

El servidor DNS utiliza una base de datos asociada a nombres de dominio. Aunque como base de datos el DNS es capaz de asociar diferentes tipos de información a cada nombre, los usos más comunes son la asignación de nombres de dominio a direcciones IP.

El DDos es cuando un servicio web está aturdido adrede por el tráfico basura de muchas fuentes, de manera que los usuarios 'legales' no pueden acceder a la página. Es decir, son

tantas las solicitudes para entrar en esas páginas que finalmente no queda sitio para los usuarios reales. Apuntan a que el ataque procedió de dispositivos IoT. Es de primordial importancia el hecho de tener dispositivos homologados, ya que las personas adoptan tecnologías cuando se sienten seguros.

La IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) tiene estándares, actuales y en desarrollo, que están directamente relacionados con la creación del entorno necesario para IoT. (Cheng, Xiong, Huang, & Yang, 2013).

Hay ciertos estándares que se destacan y están íntimamente relacionados con la aplicación de la tecnología IoT, entre los mismos se incluyen ocho:

- IEEE 802.15.4: especifica las características de las redes de área personal inalámbricas (WPAN) de baja tasa de bits y corto alcance. Es utilizado en aplicaciones IoT como ZigBee y Thread.
- IEEE 802.11ah: HaLow. Define una variante de Wi-Fi que permite una mayor cobertura y eficiencia de energía para aplicaciones IoT.
- IEEE 802.11Ahg: Se enfoca en la comunicación en vehículos conectados y tecnologías V2X (Vehicle-to-Everything), principalmente en la industria automotriz.
- IEEE 802.11ba: Refiere a la tecnología de detección y seguimiento de movimiento y posicionamiento en interiores (Indoor Positioning Services).
- IEEE 802.1BA: Define el estándar para Audio Video Bridging (AVB), que involucran audio y video en tiempo real.
- IEEE 2413: Ofrece un marco arquitectónico para la interoperabilidad y colaboración entre distintos dominios de IoT.
- IEEE 1934: Proporciona una arquitectura de referencia para dispositivos IoT, incluidos modelos de referencia y pautas de implementación.
- IEEE P2418.5: Enfocado en la interoperabilidad de múltiples proveedores de tecnologías, con el objetivo de facilitar la colaboración entre soluciones diversas.

En resumen, la seguridad es un eje sumamente necesario y esencial para que los usuarios adopten esta tecnología y se sientan confiados al utilizarla. Por ende, existen diversos factores críticos que intervienen en la misma. En primer lugar, es necesario preservar la privacidad y la protección de datos; si éstos son comprometidos, desencadenaría en violaciones graves de la privacidad y el robo de identidad.

Además, los dispositivos IoT pueden llegar a ser vulnerables en términos de seguridad, exponiendo a éstos a ser explotados por el cibercrimen, a fin de hackear sistemas, redes e información sensible. Por otro lado, la integridad de los datos es crucial para tomar decisiones informadas y confiables. Otro punto importante es la protección de infraestructura crítica, que se utiliza en diferentes áreas como los sistemas de transporte, salud, energía y smart cities. En este sentido, es esencial para evitar interrupciones en los servicios elementales.

Con respecto a la responsabilidad y el cumplimiento normativo, las organizaciones y fabricantes que implementan IoT son los responsables de garantizar la seguridad de los productos y servicios que comercializan.

Por último, es fundamental generar confianza entre los usuarios y fomentar la adopción y expansión de las soluciones basadas en IoT. *“Los seres humanos adoptamos las nuevas tecnologías cuando percibimos —no siempre de manera acertada— que el beneficio es mayor que el riesgo”*. (Carranza, 2023).

La utilización de IoT en vehículos autónomos aún está en desarrollo. Sin embargo, las potenciales virtudes que ofrece esta tecnología son irrefutables. Los fabricantes de automóviles, las agencias gubernamentales y los consumidores pueden beneficiarse de la mayor seguridad y eficiencia que la tecnología IoT puede aportar a la industria automotriz.

Una de las empresas que utiliza esta tecnología y evoluciona diariamente, ya que pone especial énfasis en la seguridad de los autos autónomos, es Tesla. Su CEO, sostiene la importancia de la comunicación de vehículo a vehículo y de vehículo a infraestructura.

Postula, además, que la mayor parte de los accidentes son causados por la falta de comunicación. (Strous & Cerf, 2019).

Importancia de IoT en el ODS 11

La tecnología de Internet de las Cosas (IoT) juega un papel significativo en la consecución de varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), incluido el ODS 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles. Los sensores IoT pueden monitorear el consumo y la distribución de estos recursos, lo que facilita la detección de fugas y el uso excesivo. Esto ayuda a conservar recursos y reducir el impacto ambiental.

- *Planificación Urbana Inteligente*, en la cual mediante sensores y dispositivos IoT, las ciudades pueden recopilar datos en tiempo real sobre el tráfico, el uso del suelo, la densidad poblacional y otros aspectos urbanos. Estos datos son valiosos para la planificación urbana, ya que permiten tomar decisiones informadas para un crecimiento ordenado y sostenible.
- *Transporte y movilidad sostenible*, en este punto la tecnología IoT puede mejorar el transporte público y la movilidad al proporcionar información en tiempo real sobre rutas, horarios y condiciones del tráfico. Además, los vehículos conectados pueden reducir la congestión y las emisiones al optimizar el flujo de tráfico y proporcionar datos para el desarrollo de políticas de transporte sostenible.
- *Reducción de residuos y contaminación*, los sensores (IoT) pueden monitorear niveles de contaminación del aire y del agua, así como el flujo de residuos sólidos. Esta información es esencial para la implementación de estrategias efectivas de gestión de residuos y para abordar problemas de contaminación ambiental.
- *Edificios y Energía Inteligentes*, mediante la utilización de IoT es posible controlar y optimizar el uso de energía, calefacción, ventilación y sistemas de iluminación. Esto conduce a la reducción del consumo de energía y a la creación de edificios más eficientes desde el punto de vista energético.
- *Resiliencia ante desastres*, en este caso la IoT puede contribuir a la resiliencia urbana al proporcionar datos en tiempo real durante desastres naturales. Esto

permite una respuesta y recuperación más rápida al proporcionar información sobre condiciones climáticas extremas, inundaciones y otros eventos adversos.

La aplicación de tecnología IoT en la participación ciudadana, puede involucrar a los ciudadanos al permitirles acceder a datos sobre su entorno y calidad de vida. Las aplicaciones y plataformas IoT pueden empoderar a los ciudadanos para que participen en la toma de decisiones y aboguen por cambios positivos en su comunidad.

1.4. Desafíos del crecimiento de la población urbana

El crecimiento de la población mundial ha llevado a una serie de problemas y desafíos. Estos problemas son mayormente pronunciados en áreas urbanas ya que, en la actualidad, más de la mitad de la población mundial vive en ciudades, y se espera que esta proporción aumente en las próximas décadas.

En el siguiente cuadro se observa que las áreas urbanas están proyectadas a absorber el crecimiento poblacional neto global, lo que significa que la urbanización combinada con el crecimiento poblacional general llevará a la adición de unos 2.5 mil millones de personas a las áreas urbanas para 2050.

Tabla 1.1: Crecimiento de la Población

Continentes	Crecimiento		
	Año 1950	Año 2000	Año 2050
África	15%	33%	56%
Asia	18%	35%	65%
Europa	50%	70%	82%
Latinoamérica	40%	73%	87%
Norteamérica	30%	50%	89%

Oceanía	65%	75%	95%
---------	-----	-----	-----

Fuente: Elaboración propia con datos disponibles en la página del Foro económico Mundial (2018) “Reducción de Las Brechas de Infraestructura Urbana de América Latina”

La figura muestra el crecimiento total de población mundial, segmentando cada continente con sus respectivos porcentajes.

Se espera que varias megaciudades (ciudades con más de 10 millones de habitantes) vean un incremento significativo en su población. Sin embargo, es importante destacar que no sólo las megaciudades crecerán. Muchas ciudades pequeñas y medianas, que a menudo están menos preparadas para enfrentar los desafíos del rápido crecimiento, también experimentarán un aumento significativo en su población. Estos desafíos requieren de la unión de toda la sociedad.

Tal como menciona Evans, *“A medida que sigue aumentando la población del planeta, se torna cada vez más importante que las personas se conviertan en guardianes de la Tierra y sus recursos. Además, las personas desean vidas saludables, plenas y confortables para sí mismas, sus familias y las personas que quieren.”* (Evans, 2011).

A continuación se detallan algunos de los problemas asociados con el crecimiento poblacional mundial:

- **Urbanización No Planificada:** El rápido crecimiento urbano ha llevado a la expansión de asentamientos informales y barrios marginales con viviendas precarias y sin acceso adecuado a servicios básicos.
- **Presión sobre la Infraestructura:** Las infraestructuras urbanas, como el transporte, el saneamiento, el agua y la energía, se ven presionadas, lo que puede resultar en insuficiencias y fallas.

- *Contaminación y Cambio Climático:* Las grandes aglomeraciones urbanas suelen presentar altos niveles de contaminación. Además, las ciudades son grandes emisoras de gases de efecto invernadero.
- *Escasez de Recursos:* La demanda creciente de recursos como agua y alimentos en zonas urbanas lleva a la sobreexplotación y a tensiones en las cadenas de suministro.
- *Pérdida de biodiversidad:* La expansión urbana conduce a la pérdida de hábitats naturales, afectando la biodiversidad local y global.
- *Desigualdades Sociales y Económicas:* En muchas ciudades del mundo, las brechas entre ricos y pobres se están ampliando, con barrios de alto poder adquisitivo junto a zonas marginales empobrecidas.

Teniendo en cuenta este panorama mundial, el desarrollo conceptual del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas número 11, "Ciudades y Comunidades Sostenibles". Se basa en la visión de crear ciudades y comunidades que sean habitables, inclusivas, resilientes y sostenibles, donde las personas puedan disfrutar de una alta calidad de vida en armonía con el medio ambiente y las generaciones futuras.

Este ODS reconoce la creciente urbanización global y los desafíos asociados con el desarrollo de ciudades y comunidades en un mundo en constante cambio. Se centraliza en garantizar que todas las personas tengan igualdad de acceso a servicios, recursos y oportunidades en el entorno urbano. La inclusión social y la equidad, en este sentido, son fundamentales para la creación de comunidades sostenibles.

El desarrollo conceptual del ODS 11 defiende la planificación cuidadosa y a largo plazo de las ciudades y comunidades.

La sostenibilidad, según la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas, se basa en el concepto de desarrollo sostenible establecido en el informe "Nuestro futuro común" (Informe Brundtland, 1987), que definió el desarrollo sostenible como "El desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las futuras generaciones para satisfacer sus propias necesidades." Este

postulado implica el uso eficiente de recursos naturales y energía. El ODS 11 fomenta la adopción de tecnologías y prácticas que reduzcan el consumo y la huella ambiental de las ciudades, incluyendo medidas de prevención, preparación y respuesta.

Se promueve el transporte público eficiente, así como el fomento de opciones de movilidad no motorizada, como caminar y andar en bicicleta, ayudando a reducir la congestión del tráfico y las emisiones de gases de efecto invernadero.

Además, el ODS 11, hace hincapié en la importancia de la participación activa de los ciudadanos en la toma de decisiones sobre el desarrollo urbano a fin de permitir que las voces de la comunidad sean escuchadas y que las soluciones sean adecuadas a las necesidades locales.

El Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 busca abordar los desafíos y oportunidades relacionados con el desarrollo urbano en el contexto de un crecimiento demográfico acelerado y la urbanización global.

A continuación se desarrolla cómo se abordan los problemas mencionados anteriormente desde la perspectiva del ODS 11.

- *Planificación Urbana Sostenible:* Promueve el desarrollo de planes y políticas que favorezcan la urbanización inclusiva y sostenible.
- *Vivienda Asequible:* Aboga por garantizar el acceso para todos a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles.
- *Movilidad Sostenible*
 - *Reducción de emisiones:* La promoción del transporte público y no motorizado, así como el incentivo a la utilización de vehículos de bajas emisiones, pueden reducir significativamente las emisiones de gases de efecto invernadero y otros contaminantes atmosféricos en las áreas urbanas.
 - *Accesibilidad:* Un sistema de transporte sostenible garantiza que todos los ciudadanos, incluidas las personas con discapacidad, tengan acceso a oportunidades de transporte seguras y asequibles.

- *Eficiencia y Conexión:* Las soluciones de movilidad sostenible buscan optimizar y conectar diferentes modos de transporte, reduciendo los tiempos de viaje y mejorando la eficiencia del sistema en su conjunto.
- *Seguridad:* La seguridad vial es un aspecto crítico. Reducir los accidentes de tráfico y mejorar la seguridad para peatones y ciclistas es esencial en cualquier estrategia de movilidad sostenible.
- *Infraestructura Verde:* La promoción de infraestructuras para el transporte no motorizado, como ciclovías y zonas peatonales, junto con la integración de vegetación y áreas verdes, contribuye a mejorar la calidad del aire, reducir el efecto isla de calor y promover estilos de vida saludables.
- *Integración Tecnológica:* Las "ciudades inteligentes" están integrando tecnologías avanzadas para optimizar sistemas de transporte, ofrecer soluciones de movilidad como servicio y mejorar la experiencia del usuario.
- *Resiliencia a desastres:* Fomenta el fortalecimiento de las ciudades contra desastres, especialmente aquellos relacionados con el cambio climático.
- *Acceso a Servicios Básicos:* La provisión eficiente de servicios básicos, como agua y saneamiento, se ve favorecida por una gestión sostenible de los recursos y la energía.
- *Eficiencia Energética y Recursos*
 - *Edificaciones sostenibles:* Los edificios representan un porcentaje significativo del consumo total de energía. Fomentar construcciones más eficientes energéticamente puede llevar a una reducción considerable del consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero.
 - *Transporte:* El transporte es uno de los principales consumidores de energía en las ciudades. Medios de transporte más eficientes, como los eléctricos, y la promoción de la movilidad no motorizada, pueden reducir drásticamente el consumo de energía y las emisiones relacionadas.
 - *Infraestructura urbana:* Las redes eléctricas inteligentes, sistemas de alumbrado público eficientes y sistemas de gestión de residuos

optimizados son ejemplos de infraestructuras urbanas que contribuyen a la eficiencia energética y a la gestión sostenible de recursos.

- *Reducción de la contaminación:* La eficiencia energética, especialmente en medios de transporte y producción industrial, contribuyen a una reducción significativa de la contaminación atmosférica en las áreas urbanas.
- *Espacios verdes:* Promover áreas verdes urbanas no solo beneficia la biodiversidad y el bienestar de los residentes, sino que también influye en la gestión del agua y reduce el efecto isla de calor, disminuyendo la necesidad de energía para refrigeración.
- *Gestión del agua:* Las ciudades que implementan sistemas de gestión de aguas pluviales y reciclaje de agua contribuyen a la conservación del recurso y reducen la demanda energética asociada al tratamiento y suministro de agua.
- *Reducción y gestión de residuos:* Las prácticas que reducen la generación de residuos y promover su reciclaje o reutilización disminuyen el consumo de recursos y la energía asociada a la gestión de desechos.
- *Participación Ciudadana:* La participación ciudadana es fundamental para el ODS 11 porque impulsa la creación de ciudades y comunidades que reflejen las aspiraciones y necesidades de todos sus habitantes, transformando al ciudadano en sujeto activo, consciente de sus derechos y obligaciones. Tal como mencionan Arun Agrawal y María Carmen Lemos “...transformar a los individuos en los instrumentos de su propio gobierno. El enfoque en la respuesta del individuo a las estrategias de gobernanza puede depender de cambios institucionales para motivar comportamientos que sean ambientalmente más sostenibles.” (Agrawal & Lemos, 2007). Además, fortalece la democracia, fomenta la transparencia y asegura una planificación y gestión urbanas más equitativas y efectivas.

1.5. Internet de las Cosas (IoT) y su posible contribución al ODS 11

Los países de Latinoamérica y el Caribe presentan una combinación de desafíos históricos y emergentes. Aunque existen variaciones entre las ciudades, hay ciertas problemáticas que pueden considerarse comunes en la mayoría de ellas.

Latam es una de las regiones más urbanizadas del mundo, las ciudades han crecido rápidamente sin una planificación adecuada, lo que ha llevado a la expansión descontrolada y a la aparición de barrios marginales. En numerosos asentamientos informales, los residentes carecen de acceso a servicios básicos como agua potable, saneamiento, recolección de residuos y electricidad. Diversas personas en la región viven en condiciones de hacinamiento o en viviendas construidas con materiales precarios que no ofrecen protección adecuada contra condiciones climáticas adversas.

Por otro lado, la falta de sistemas de transporte público eficientes y asequibles y la dependencia del transporte privado han llevado a la congestión del tráfico, altos niveles de accidentes viales. Las emisiones de vehículos, industrias y otros factores contribuyen a la contaminación del aire en muchas ciudades latinoamericanas, lo que tiene impactos significativos en el medioambiente.

La contribución potencial del Internet de las Cosas (IoT) al ODS 11 en Latinoamérica y el Caribe es significativa, ya que la tecnología IoT desempeña un papel crucial en la mejora de la calidad de vida en las ciudades y en la creación de asentamientos humanos más sostenibles. Aquí hay algunas formas en las que el IoT contribuye al logro del ODS 11, incorporando tecnología de punta para la recolección de datos y análisis, apoyando en las recomendaciones del ITU (ITU-T L.1370 (11/2018)) y las Normas ISO (ISO/IEC 30146:2019). Un aporte fundamental es la confianza que generan los dispositivos IoT con la regulación de seguridad. Según las palabras de Leon Strouf y Vinton Cerf *“cuando se desarrolla un nuevo producto, la regulación al principio es un obstáculo y es difícil. Sin embargo, también puede significar un beneficio si puedes anunciar que tu producto cumple con ciertas regulaciones. Y la competencia tiene que seguir el ritmo. También es*

bueno para los consumidores que pueden ver que un producto cumple ciertos requisitos establecidos en la normativa”. (Strous & Cerf, 2019).

Los siguientes puntos hacen referencia al aporte potencial de IoT en la contribución del cumplimiento al ODS 11:

Tabla 1.2: Aporte potencial de IoT en la contribución del cumplimiento al ODS 11

APORTE	CONTRIBUCIÓN
Gestión Eficiente de Recursos	<ul style="list-style-type: none"> ● Monitoreo y optimización de recursos, energía en edificios y sistemas urbanos. ● Proporción de información en tiempo real sobre el consumo. ● Detección de fugas.
Movilidad Sostenible	<ul style="list-style-type: none"> ● Mejora del transporte público y la movilidad individual. ● Información del tráfico en tiempo real y rutas eficientes. ● Reduce la congestión y las emisiones de gases.
Calidad del Aire	<ul style="list-style-type: none"> ● Monitoreo de la contaminación atmosférica. ● Mejora en la calidad del aire. ● Protege la salud de los habitantes.

APORTE	CONTRIBUCIÓN
Planificación Urbana Inteligente	<ul style="list-style-type: none"> ● Información sobre patrones de uso del suelo. ● Densidad poblacional.
Gestión de Desastres y Resiliencia	<ul style="list-style-type: none"> ● Monitoreo de condiciones climáticas y geológicas. ● Anticipación y respuesta efectiva ante desastres naturales.

Fuente: Elaboración propia con datos disponibles en la página (Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe, 2023.)

La implementación exitosa del IoT en estas áreas requiere una infraestructura de conectividad sólida, cuestiones de seguridad cibernética, gestión de datos y la participación activa de gobiernos, empresas y ciudadanos. Al aprovechar las capacidades del IoT, las ciudades pueden mejorar la calidad de vida, promover la sostenibilidad y avanzar en la consecución del ODS 11.

Es importante destacar que la adopción de IoT en estos sectores dependerá de factores como la infraestructura de conectividad, la disponibilidad de tecnología y la inversión en capacitación y formación para aprovechar plenamente el potencial de esta tecnología en la región. Cabe mencionar que, en la mayoría de los casos investigados, se presenta la tecnología aplicada y la misma es ofrecida al mercado exterior. Otras, en tanto, fueron vendidas a empresas de mayor magnitud, como es el caso de Wolox, una empresa de desarrollo de software que ha trabajado en proyectos de IoT para diferentes industrias, incluyendo salud, transporte y logística, que en el año 2021 fue vendida al Grupo Accenture.

1.6. Evolución y estado del arte de IoT en Latinoamérica.

El liderazgo en el desarrollo de IoT no está concentrado en un solo país, ya que varios países líderes en tecnología y desarrollo están trabajando activamente en el avance de la Internet de las cosas. (Cisco Internet Business Solutions Group, IBSG).

De cara al futuro, los proveedores de tecnología IoT deben mejorar su juego en cuanto a instalación, interoperabilidad y ciberseguridad. Esto se aplica tanto al mercado de consumidores y pequeñas y medianas empresas como a las grandes empresas.

Es esperable que 5G cubra alrededor del 60 % de la población mundial para 2026 y se estima que para 2030 hasta el 90 % de la población mundial tendrá algún nivel de cobertura 5G (McKinsey Global Institute 2020).

Estados Unidos ha sido un líder destacado en el desarrollo y la adopción de IoT. Empresas tecnológicas líderes, start-ups y universidades están trabajando en soluciones innovadoras y proyectos de IoT en diversos sectores, incluyendo salud, manufactura, transporte y ciudades inteligentes.

China ha experimentado un rápido crecimiento en el campo de IoT y es uno de los principales actores en la fabricación de dispositivos conectados y sensores, también ha invertido en el desarrollo de ciudades inteligentes y tecnologías IoT para impulsar la innovación y la eficiencia.

Corea del Sur es conocida por su avanzada infraestructura de telecomunicaciones y su liderazgo en tecnología ha estado impulsando iniciativas de IoT en diversos sectores, como la fabricación, salud, transporte y hogar inteligente.

Japón es otro país con una fuerte presencia en IoT, con un enfoque particular en la robótica, el Internet Industrial de las Cosas (IIoT) y la asistencia para el envejecimiento de la población.

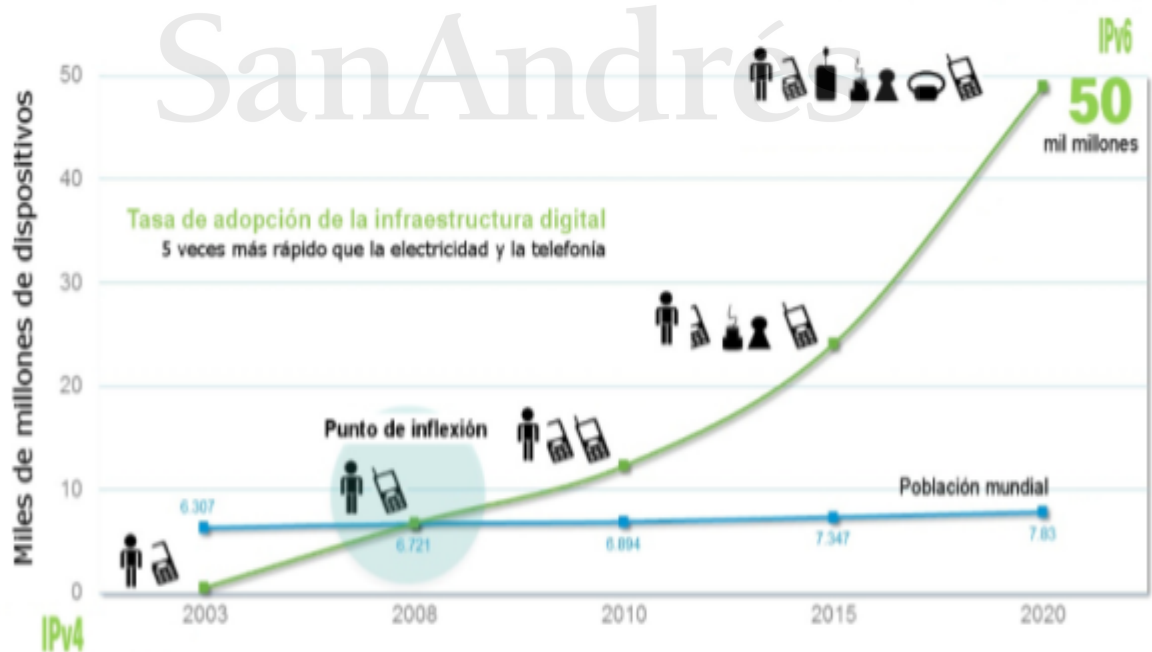
Alemania es uno de los líderes en la adopción de IoT en la industria manufacturera. La iniciativa "Industria 4.0" ha sido clave para impulsar la digitalización de la producción y la adopción de IoT en la fabricación.

Reino Unido también ha estado trabajando en proyectos de IoT en diversos sectores, incluyendo transporte, energía y salud, y ha promovido el desarrollo de ciudades inteligentes.

Cabe destacar que otros países también están realizando importantes avances en IoT y pueden estar liderando en áreas específicas o verticales. El desarrollo de IoT es un campo dinámico y el liderazgo puede cambiar a medida que avanza la tecnología y las políticas gubernamentales. Además, la colaboración y la interconexión global entre países contribuyen al desarrollo generalizado de IoT en todo el mundo.

En el siguiente cuadro se muestra el crecimiento en la adopción de la infraestructura digital desde el año 2003 hasta el año 2020.

Figura 1.2 Crecimiento en la adopción digital.



Fuente: Cisco IBSG projections, UN Economic & Social Affairs

Como observamos en el gráfico, según CISCO, en el año 2008 se alcanzó el punto de inflexión entre los dispositivos conectados y los usuarios, es decir, un celular por persona; a partir de ese momento se ve incrementado el nivel de adopción de infraestructura digital por usuario, alcanzando cincuenta mil millones de dispositivos conectados para una población mundial de 7.837 mil millones en el año 2020.

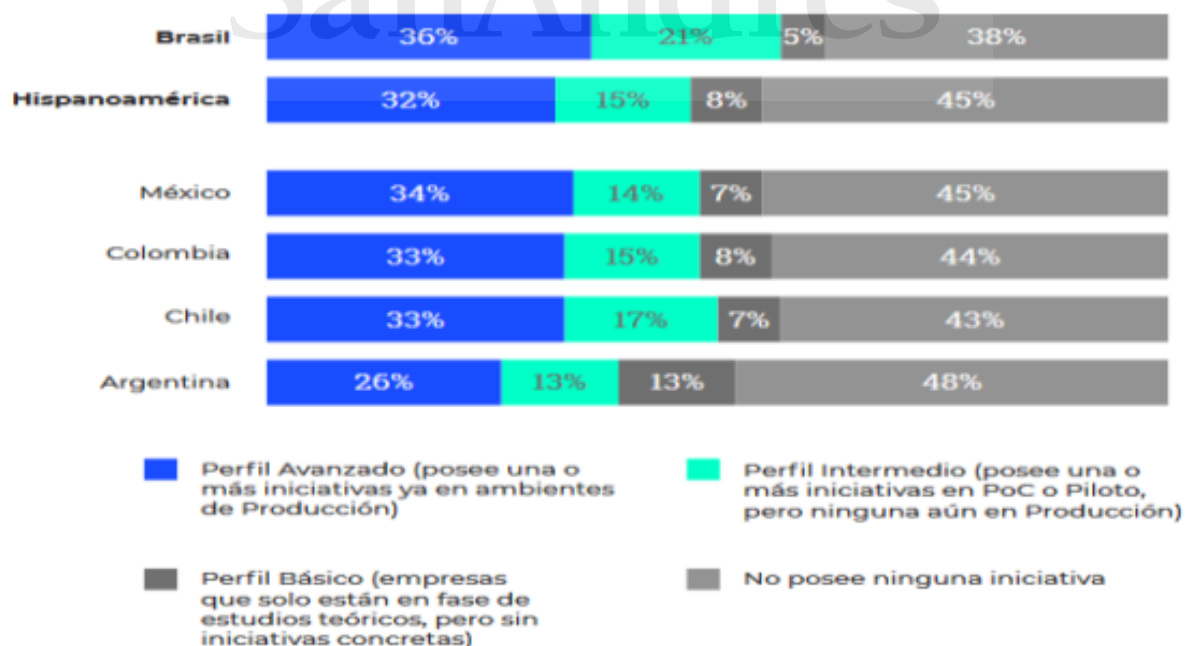
Evolución del IoT en Latinoamérica

El Internet de las Cosas ha experimentado una evolución notable en Latinoamérica y el Caribe en la última década.

Ya sea con PoC (prueba de concepto), proyectos piloto o iniciativas que ya se encuentran en producción, Internet de las Cosas ya es una realidad en la región. La adopción de IoT en la región se muestra en continua expansión, principalmente en Brasil, en donde el 57 % de las empresas ya poseen al menos una iniciativa de IoT.

En el siguiente gráfico se observa el nivel de adopción de la tecnología IoT en Latinoamérica y el Caribe, mostrando perfiles Avanzado, Intermedio o Básico.

Figura 1.3 : Nivel de adopción de la tecnología IOT.



Según el estudio hecho por Logicalis en el año 2022, Brasil lidera el crecimiento de iniciativas de IoT en las empresas respecto al resto de los países, teniendo un 36% de empresas que cuentan con un uso de la tecnología en ambiente de producción; entre tanto, en Latinoamérica este índice es del 32%. Si se observa cada país de la región, el panorama está en igualdad de condiciones, exceptuando Argentina, que cuenta con el 26% en nivel de producción.

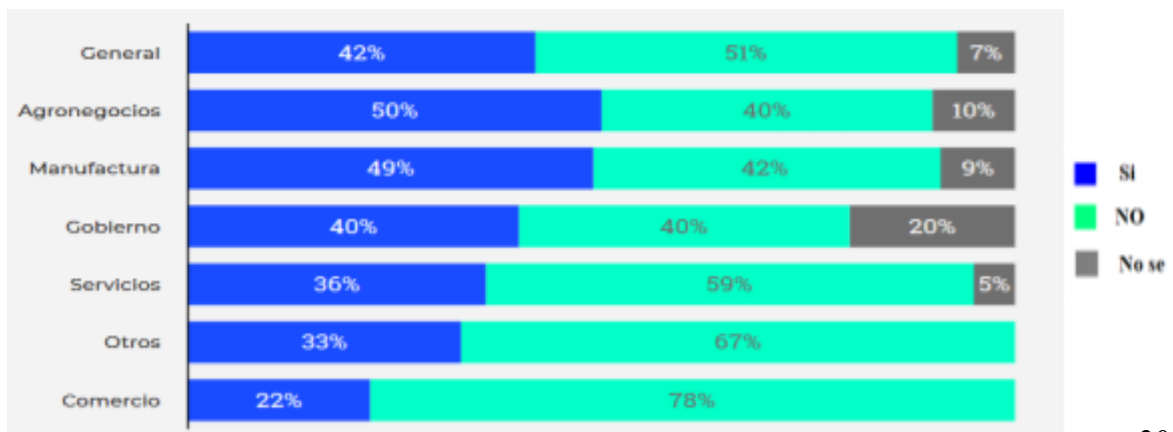
Los principales beneficios de la adopción del IoT en Brasil son mencionados por el 68% de los ejecutivos (representantes del directorio o la alta gerencia y responsables por la gestión de las áreas de tecnología de las empresas), quienes destacan la eficiencia operativa como el principal beneficio. Le siguen en el ranking la productividad/agilidad con un 58% y el soporte para la toma de decisiones con un 46%.

En el resto de los países de la región, la innovación se coloca como el principal beneficio con un 67%, seguida de la productividad/agilidad 49%.

Inversiones por segmento.

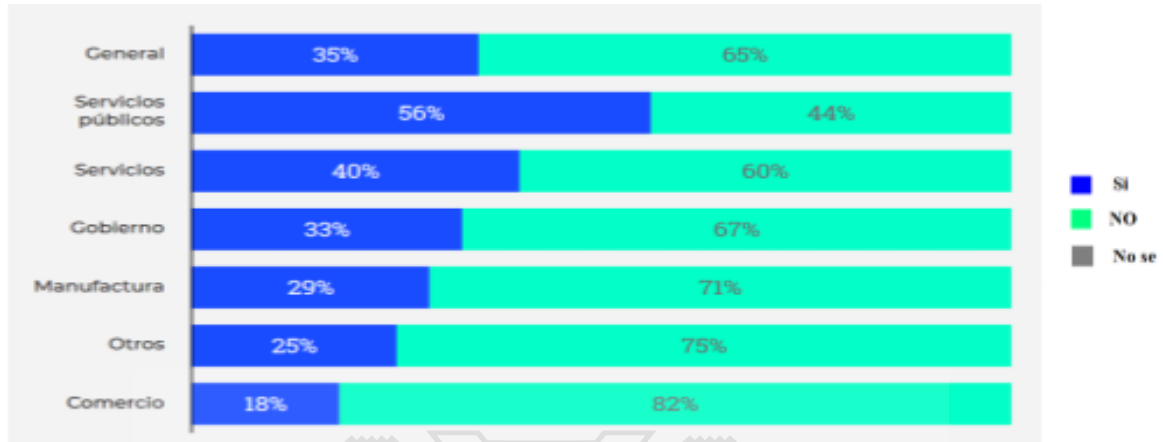
En los siguiente gráficos se observa cómo Brasil se destaca en el sector agropecuario ya que posee 50% de proyectos concretos en inversiones. El resto de los países de Latinoamérica se distingue con el 56% de proyectos en inversiones dentro del segmento de Servicios Públicos. En tanto, el sector Comercial, demuestra un gran interés en soluciones de IoT.

Figura 1.4: Nivel de inversión en Brasil



Fuente: Logicalis - IoT snapshot (2022)

Figura 1.5: Nivel de inversión en Latinoamérica



Fuente: Logicalis - IoT snapshot (2022)

Como se ha observado en los gráficos precedentes, los planes de inversión para proyectos de IoT en los próximos 18 meses se encuentran en proceso de expansión dentro de la región.

Expectativas del 5G

El 5G, como la quinta generación de tecnología de comunicaciones móviles, ofrece una serie de características avanzadas que lo distinguen de las generaciones anteriores. Estas características prometen transformar la forma en que los dispositivos y sistemas se comunican entre sí.

La implementación del 5G ha sido un proceso gradual y estratégico. Antes de su lanzamiento comercial, hubo años de investigación y desarrollo para definir los estándares y tecnologías que formarían parte del 5G. Las empresas de telecomunicaciones y los fabricantes de equipos realizaron pruebas en laboratorios y luego en ubicaciones específicas para validar las promesas del 5G.

A partir de 2019 y 2020, muchas áreas metropolitanas en países desarrollados comenzaron a tener acceso a redes 5G comerciales.

El despliegue completo del 5G será un proceso que tomará varios años, y aunque las áreas metropolitanas más grandes pueden tener acceso temprano, las zonas rurales y menos densamente pobladas podrían tener que esperar más tiempo. A medida que se despliega el 5G utilizando técnicas avanzadas de comunicación inalámbrica mm Wave (*onda milimétrica*), MIMO (*multiple Input, Multiple Output*) y Beamforming es una técnica que se utiliza para dirigir la energía de la señal hacia un usuario específico o en una dirección específica.

Se espera que 5G impulse avances significativos en la tecnología IoT, vehículos autónomos, realidad virtual y aumentada, y muchas otras aplicaciones que se beneficiarán de su velocidad, latencia y capacidad mejoradas.

Tabla 1.3: Evolución redes móviles

Características	2G	3G	4G	5G
Tecnología	GSM (Sistema Global para las Comunicaciones Móviles).	UMTS (Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles)	LTE (Long-Term Evolution) y LTE-Advanced	m Wave, Massive MIMO y beamforming
Velocidad	9.6 a 14.4 kbps.	42 Mbps.	1 Gbps.	10 GBps.
Ancho de banda	200 kHz.	5 MHz	Desde 1.4 MHz hasta 20 MHz,	5G (II) mmWave 24-100 GHz 5G (I) sub 6 GHz (3.5 - 7 GHz)
Latencia	Entre 300 ms a 1000 ms	Varían entre 100 ms y 500 ms.	La latencia en 4G (LTE) puede 30-50 milisegundos (ms)	La latencia puede ser tan baja como 1 ms.

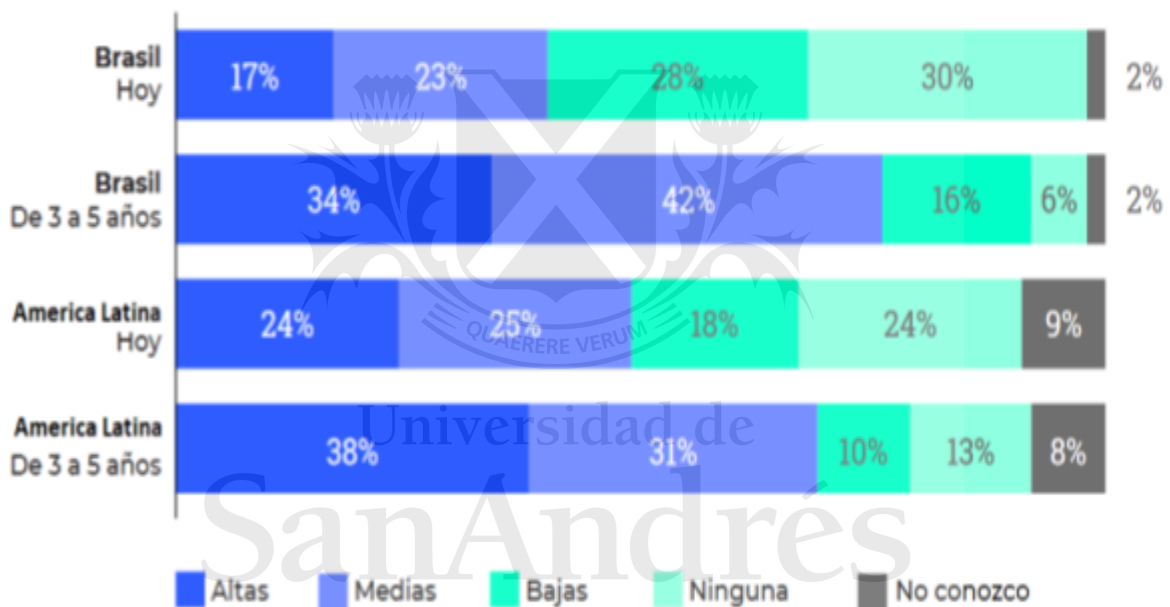
Fuente: *Elaboración propia con datos disponibles en*

Jain, R. (2016). Introduction to 5G. *ResearchGate publication Presentation*

En la región prospera la llegada del 5G y su expansión puede potenciar la utilización de la tecnología IoT para diferentes sectores y aspectos de las corporaciones. Las posibilidades de soluciones se extienden, crea nuevas acciones y habilidades para afrontar y desafiar barreras.

El siguiente gráfico muestra la expectativa de la implementación y uso de la tecnología 5G aplicada al negocio en Brasil y resto de los países de Latam.

Figura 1.4: Utilización de la tecnología 5G aplicada al negocio.



Fuente: Logicalis - IoT snapshot (2022)

Tal como se observa en el gráfico, las perspectivas para la implementación del 5G en la región, son más elevadas para el corto plazo (de 3 a 5 años), con un interés medio y alto que llega al 76% en Brasil y el 69 % en el resto de los países de Latam, en relación con los porcentajes actuales del 40 % y el 49 %, correspondientemente. Existe un índice alto de empresas que no tienen expectativas de adopción de la tecnología 5G en la actualidad, 58% en Brasil y 42 % en Latam.

IoT: Primera Evolución

Al igual que ocurre con muchos conceptos nuevos, las raíces del IoT se encuentran en el Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) y, más concretamente, en el trabajo que se realiza en el Auto-ID Center. Este grupo, fundado en 1999, trabajaba en el campo de la Identificación por radiofrecuencia (RFID) en red y en el de las nuevas tecnologías de Detección por sensores. Los laboratorios se encontraban en siete universidades de Investigación ubicada en cuatro continentes diferentes. El Auto-ID Center eligió estas Instituciones para que diseñaran la arquitectura del IoT. Antes de hablar sobre el estado actual del IoT, es importante ponernos de acuerdo sobre la definición de este concepto según el Grupo de Soluciones Empresariales para Internet (*IBSG: Internet Business Solutions Group*) de Cisco, el IoT es simplemente el momento en el que hay más "cosas u objetos" que personas conectados a Internet.

Basándonos en la definición del IBSG de Cisco, el IoT todavía no existía en 2003, ya que la cantidad de "cosas" conectadas era relativamente pequeña, debido a que los dispositivos ubicuos, como los smartphones, estaban todavía empezando a introducirse en el mercado.

De hecho, Steve Jobs, director ejecutivo de Apple, no presentó el iPhone hasta el 9 de enero de 2007, en la Conferencia Macworld.

El crecimiento explosivo de los smartphones y tablets elevó el número de dispositivos conectados a Internet a 12.500 millones en 2010, mientras que la población mundial llegó a los 6.800 millones, lo que significa que el número de dispositivos conectados por persona era de más de uno (1,84 exactamente) por primera vez en la historia.

En el siguiente cuadro se observa la expansión de los dispositivos conectados por persona entre los años 2003 y 2020:

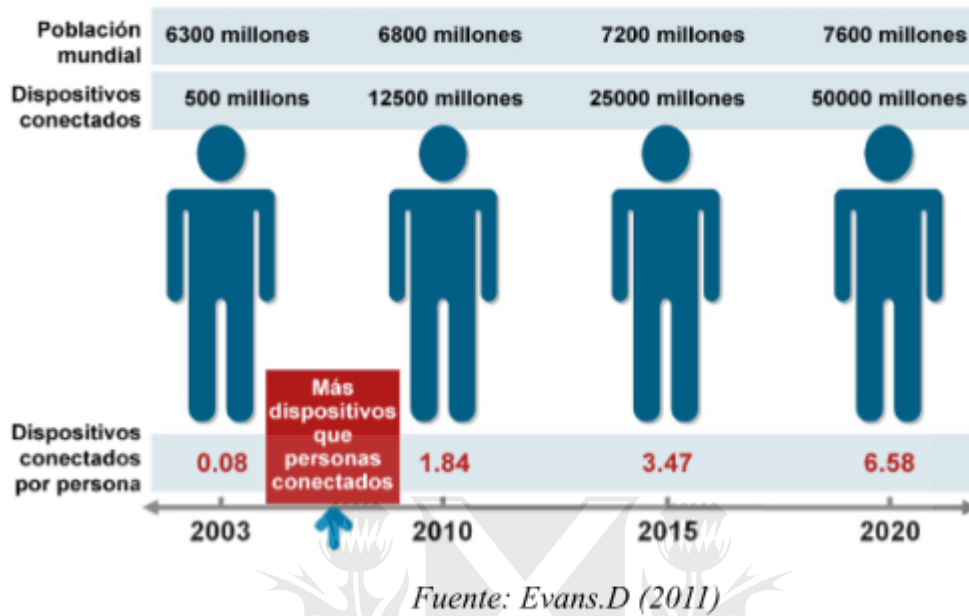


Figura 1.6: Mayor cantidad de dispositivos conectados que personas

Profundizando todavía más en estas cifras, el IBSG de Cisco estima que el IoT nació en algún momento entre 2008 y 2009. Hoy en día, el IoT está en pleno proceso de desarrollo y, al mismo tiempo, las iniciativas como Planetary Skin de Cisco, las redes y los vehículos inteligentes siguen progresando.

1.7. Aspectos clave para el cumplimiento del ODS 11

El cumplimiento del Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) número 11, "Ciudades y Comunidades Sostenibles", implica abordar varias dimensiones clave que son fundamentales para lograr entornos urbanos inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

En primer lugar, dentro de las dimensiones ambientales, hay tres puntos relevantes que hacen referencia a la eficiencia energética, la gestión de residuos y la conservación de espacios verdes. Para lograr el cumplimiento de estos ejes es de suma importancia incorporar tecnologías eficientes, en este caso la tecnología IoT, para reducir el consumo de energía y las emisiones de efecto invernadero, establecer sistemas de manejo de

residuos sólidos, promover el reciclaje y la reducción de desechos para minimizar la contaminación, esto a su vez está relacionado con la preservación y la creación de áreas verdes y espacios abiertos para la biodiversidad urbana.

En segundo lugar, dentro de las dimensiones sociales, se encuentra el eje de acceso a la vivienda asequible y a los servicios básicos, es necesario garantizar que todas las personas tengan acceso a viviendas seguras, asequibles y de calidad, por otro lado asegurar que todos los ciudadanos tengan acceso al agua potable, atención médica y educación. Además existe un eje complementario, igualdad y equidad, que en el presente estudio no se hará especial énfasis.

En tercer lugar, se encuentra la dimensión económica, en este punto, se observan dos factores importantes; empleo y oportunidades, fomentando la creación de empleos locales y oportunidades económicas a los habitantes urbanos, promoviendo el desarrollo económico inclusivo y sostenible, tanto del sector público como del sector privado. Por otro lado el eje innovación y emprendimiento; que estimula la actividad industrial, agropecuaria, para abordar desafíos urbanos y rurales en pos de mejorar la calidad de vida.

Seguidamente, se encuentran las dimensiones de resiliencia y adaptación, con dos vertientes; resiliencia ante de desastres que se focaliza en la implementación de medidas de prevención, planificación y construcción que reduzcan al mínimo los riesgos ante posibles desastres naturales y maximicen la capacidad de recuperación de las ciudades; en congruencia, el eje de adaptación al cambio climático, que se centraliza en desarrollar estrategias y recursos para enfrentar las consecuencias drásticas del cambio climático y reducir la vulnerabilidad de las ciudades a eventos extremos.

Por último, y dentro de las dimensiones más importantes para la presente tesis, las dimensiones tecnológicas e innovación, con su respectivos ejes, tecnología sostenibles, en cual la utilización de las tecnologías avanzadas, como Internet de las Cosas (IoT) son utilizadas para mejorar la gestión de recursos y servicios urbanos; en cuanto a la innovación urbana, se pretende promover soluciones transformadoras para abordar los

desafíos urbanos de la actualidad, como la movilidad, la infraestructura y la gestión de datos.

En resumen, y teniendo en cuenta lo descripto anteriormente, todas estas dimensiones deben estar enmarcadas dentro de decisiones políticas y gubernamentales que apalanquen marcos regulatorios claros y concretos junto con acciones, que promuevan la implementación de planes de desarrollo urbano a largo plazo que contengan estrategias sostenibles, estableciendo y aplicando códigos de construcción, incluyendo estándares de seguridad y homologación.

Estas dimensiones interrelacionadas son esenciales para avanzar en el cumplimiento del ODS 11, existen de forma interconectadas y deben ser abordadas de manera integral para lograr el desempeño efectivo del ODS 11.

Cumplir con el ODS 11 requiere un enfoque interdisciplinario y la colaboración de múltiples partes interesadas, incluidos la sociedad civil, las empresas y los ciudadanos. La implementación exitosa de estos aspectos clave contribuirá a crear ciudades y comunidades más sostenibles y habitables para las generaciones presentes y futuras.

1.8. Innovaciones tecnológicas relevantes. Impacto.

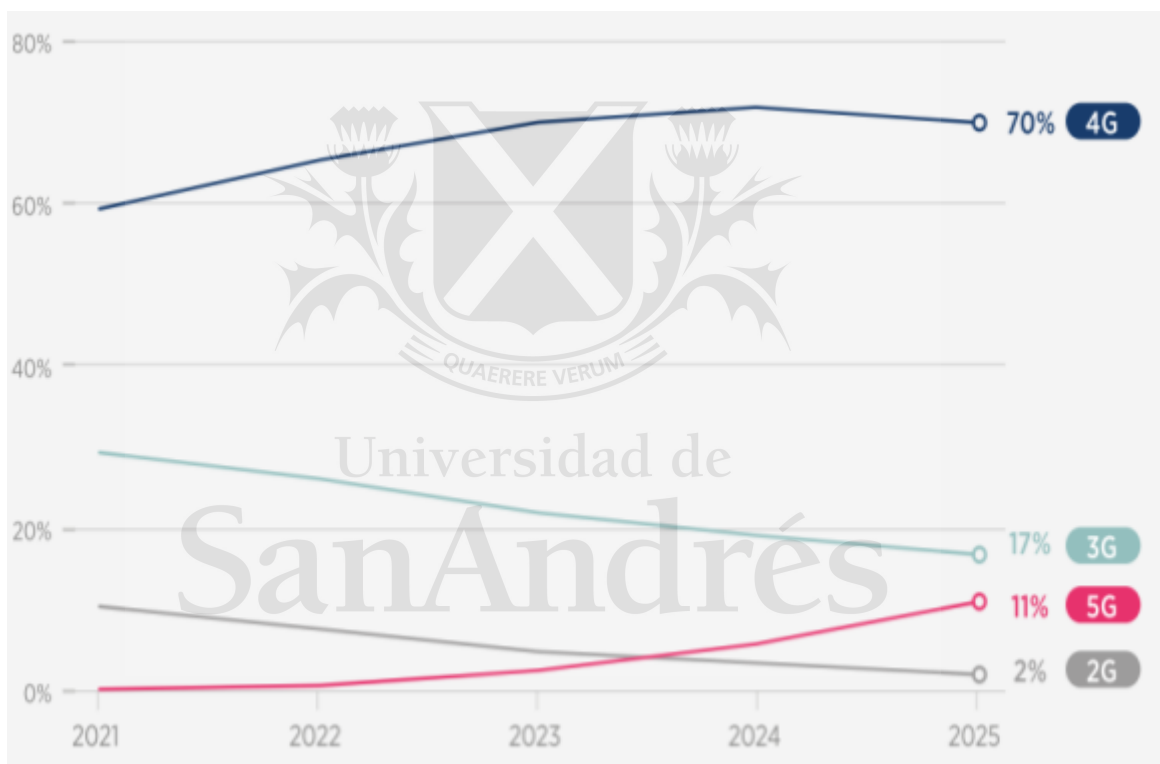
Latinoamérica y el Caribe ha experimentado varias innovaciones tecnológicas en diversos campos. Estas innovaciones reflejan la creciente capacidad de la región para adoptar y desarrollar tecnologías de avanzada. Entre las más relevantes, se presenta el crecimiento de las Telecomunicaciones y Conectividad, la mejora de la infraestructura de telecomunicaciones ha sido una prioridad en muchos países, con la expansión de redes de fibra óptica, acceso a Internet y avances en tecnologías móviles son un punto clave para el desarrollo en la región.

Un factor relevante es el crecimiento en la implementación del espectro, para brindar mayores oportunidades a los servicios de telefonía móvil, en este sentido, la tecnología 5G comienza a expandirse en Latinoamérica. Hacia fines de junio de 2022, siete países de

la región lanzaron servicios 5G comerciales. La tasa de adopción actual es aproximadamente de un 1 por ciento. Se espera que esta cifra ascienda a un 11 por ciento para 2025 y que la adopción de 4G vea su punto máximo en 2024.

En el siguiente cuadro se observa el pico máximo de la tecnología 4G y el crecimiento de la tecnología 5G.

Figura 1.7: Localidades que reportan conectividad a Internet

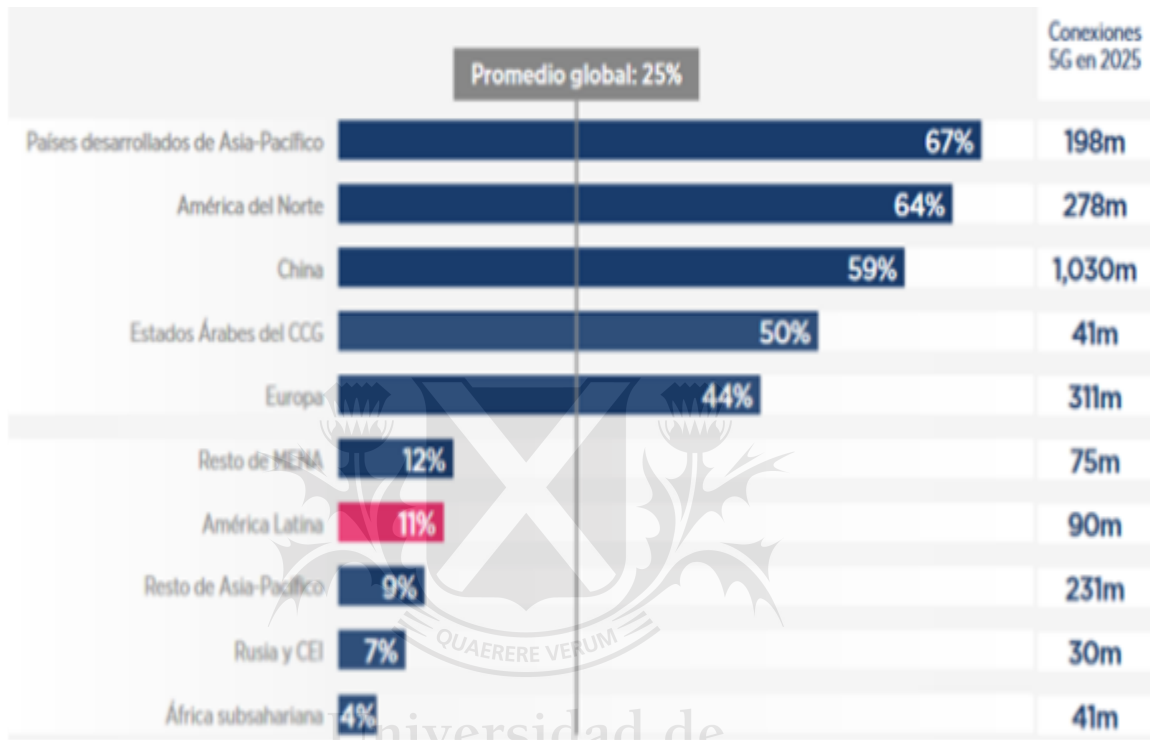


Fuente: La economía Móvil en contenido (GSMA, 2022)

Mientras que los consumidores migrarán cada vez más a servicios 5G, el acceso inalámbrico fijo FWA (*Fixed Wireless Access*) 5G se utiliza para impulsar la primera adopción de banda ancha en mercados como Brasil.

El siguiente gráfico muestra la adopción de la tecnología 5G a nivel mundial.

Figura 1.8: Nivel de adopción de la tecnología 5G.



Fuente GSMA intelligence (2022)

Universidad de San Andrés

La cobertura 5G en Latinoamérica y el Caribe aún se encuentra limitada a las ciudades más importantes, sin embargo cada vez hay mayor evidencia de la intensificación de los despliegues. En Brasil, 22 ciudades tienen cobertura 5G, mientras que en Chile todas las regiones ya la tienen. Con la expansión de la cobertura de red 5G, la adopción de 5G crece de manera constante en toda la región, y alcanzó 6,3 millones de conexiones a finales del año 2022. En los próximos tres años, se espera que las conexiones de FWA 5G crezcan un 90 por ciento por año.

Hacia el año 2025, el mercado económico del ecosistema móvil crecerá alrededor de USD 20.000 millones.

Además de los impactos económicos, los operadores móviles están aportando al bienestar social de manera general para ayudar al cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la ONU. Éstos brindan la conectividad que permite el crecimiento de pequeños negocios y la transformación digital de las empresas y brindan acceso a servicios y herramientas que mejoran la vida de los ciudadanos.

Con respecto a la conexiones totales de IoT en Latinoamérica y el Caribe, las mismas se encuentran en crecimiento y próximas a alcanzar los 1.300 millones para 2025, lo que representa el 5% de las conexiones de IoT mundiales. Si bien el IoT para consumidores sigue representando la mayoría de las conexiones de IoT (56%), se espera que la cantidad de conexiones de IoT para empresas aumente a casi el triple hacia el año 2025. Las empresas en Latinoamérica y el Caribe sostienen que los despliegues de IoT tienen y tendrán un gran impacto en la productividad de las compañías; la seguridad y la protección de los ingresos se encuentran entre los principales beneficios operativos. Las barreras para el despliegue, como los costos iniciales, se están afrontando mediante estrategias nacionales para la expansión de IoT. En este sentido los gobiernos desempeñan un rol clave en el fortalecimiento de los despliegues y la evolución del IoT para optimizar los estándares de vida.

Universidad de
San Andrés

2. Capítulo II: Metodología y Marco Teórico

2.1. Base teórica y relevancia de la investigación.

La presente investigación aborda la relación entre el ODS 11 ("Ciudades y comunidades Sostenibles") y el Internet de las Cosas (IoT). Esta relación es sumamente relevante y valiosa para el campo de desarrollo sostenible y cómo el ecosistema de la tecnología IoT presenta nuevas oportunidades para acelerar el desarrollo sostenible, presentando nuevos potenciales modelos de negocios. Abordar la temática de ODS 11 con el impacto de la tecnología IoT ofrece oportunidades significativas para impulsar la sostenibilidad urbana, mejorar la calidad de vida de los habitantes urbanos y promover un desarrollo más equitativo y respetuoso con el medio ambiente en un mundo en rápida urbanización.

El IoT tiene el potencial de transformar radicalmente la forma en que las ciudades y comunidades operan, mejorando la calidad de vida de los habitantes y optimizando la gestión de recursos y servicios urbanos.

En la actualidad, las ciudades enfrentan una serie de desafíos relacionados con la planificación urbana, la movilidad, la gestión de recursos y la resiliencia ante desastres.

El IoT ofrece soluciones innovadoras en la planificación urbana, para abordar los desafíos y crear entornos urbanos más sostenibles. En este punto la CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe) publicó un documento en donde asevera que las grandes ciudades han aumentado de 8 en el año 1950 a 56 en el año 2010 en Latinoamérica y una de cada tres personas de la región vive en estas ciudades. Las proyecciones para el año 2050 estiman que el 85% de la población mundial vivirá en las grandes ciudades. Cabe aclarar que la CEPAL agrupa y categoriza las ciudades de Latam y el Caribe de acuerdo a diferentes criterios, como el tamaño de la población, el nivel de desarrollo económico (PIB per cápita), la ubicación geográfica, los niveles de desigualdad, las áreas metropolitanas y las características ambientales. (Jordán Fuchs, Riffó Pérez, & Prado, 2017).

El control de la contaminación del aire es fundamental para abordar el cambio climático según un informe (World Health Organization, 2023); la concentración de partículas

ligeras en Perú, alcanza un promedio de 23,5 microgramos por metro cúbico y 22,2 en Chile.

La tecnología IoT ayuda al monitoreo y el control de la contaminación del aire a través de sensores y dispositivos conectados que miden una variedad de contaminantes de aire, como partículas de suspensión (PM 2.5 y PM 10), gases tóxicos CO (*Monóxido de carbono*), NO_2 (*Dióxido de Nitrógeno*), SO_2 (*Dióxido de azufre*) O_3 (*Ozono*) y compuestos orgánicos volátiles. Están integrados en dispositivos pequeños y conectados que se instalan en diferentes ubicaciones, farolas, edificios o vehículos.

Para reducir la cantidad de desechos que van a los contenedores y fomentar prácticas más sostenibles, es de suma importancia aplicar la tecnología a fin de optimizar la gestión de residuos, desde la recolección hasta el reciclaje.

La tecnología IoT permite la recopilación y análisis de datos en tiempo real, lo que puede mejorar la gestión de recursos como la energía, el agua y los residuos, contribuyendo a la conservación y el uso más eficiente de estos recursos.

La monitorización y alerta temprana basada en IoT logra aumentar la resiliencia de las ciudades frente a desastres naturales y eventos extremos, permitiendo una respuesta con mayor rapidez y eficacia.

Con la finalidad de mejorar la experiencia de los ciudadanos, la tecnología IoT impulsará la innovación en servicios urbanos, como iluminación pública eficiente, sistemas de agua inteligentes.

Para contribuir en la creación de comunidades más inclusivas, es indispensable pensar la tecnología en el ámbito de participación ciudadana para tomar decisiones y planificaciones urbanas eficaces.

La tecnología IoT respalda sistemas de transporte más eficientes y sostenibles, como el transporte público inteligente, la gestión del tráfico y la promoción de medios de transporte no contaminantes.

El IoT representa una tecnología innovadora que puede transformar la forma en que las ciudades gestionan sus recursos, planifican el crecimiento y mejoran la calidad de vida de sus habitantes.

2.2. Problemas y preguntas de la investigación.

A partir del objetivo general y los objetivos específicos propuestos, el trabajo de investigación objeto de la presente tesis responde a la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo debe desarrollarse IoT en Latinoamérica para contribuir al cumplimiento del ODS 11?

2.3. Objetivos de la investigación

Objetivo general

Identificar y analizar el desarrollo de la tecnología IoT en Latinoamérica a fin de contribuir al cumplimiento de los objetivos de la ODS 11.

Objetivos específicos

- 1) Identificar las principales problemáticas de Latinoamérica frente al Desarrollo Sostenible.
- 2) Evidenciar la importancia de la tecnología IoT para el Desarrollo Sostenible en el tratamiento del monitoreo ambiental, movilidad y viviendas inteligentes.
- 3) Estudiar las innovaciones tecnológicas aplicadas a la IoT, como protagonistas de las nuevas demandas con respecto al cumplimiento de las ODS 11.

- 4) Detallar las potenciales oportunidades de mercado en el desarrollo de IoT para el cumplimiento de la ODS 11.
- 5) Investigar el desarrollo de la tecnología IoT en el mercado Latinoamericano (Brasil, Chile, Colombia y Argentina).

2.4. Hipótesis

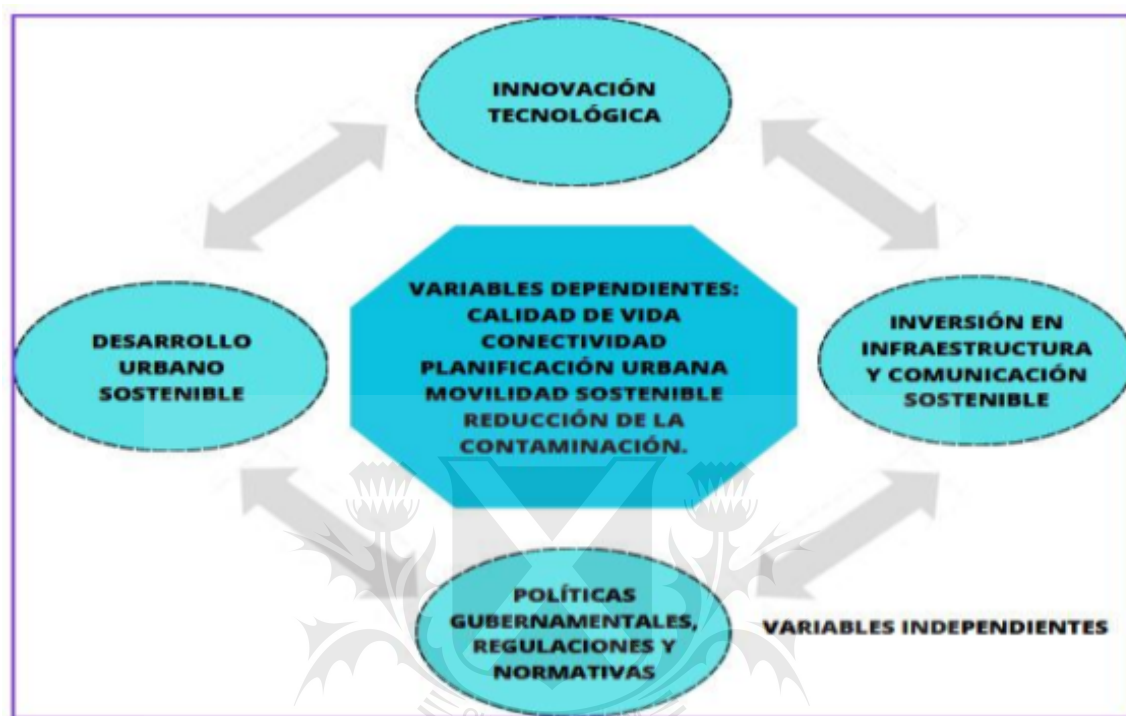
El desarrollo de la tecnología IoT colabora a fin de proporcionar el acceso a zonas verdes y espacios públicos seguros a través de la implementación de redes de sensores de IoT para el monitoreo de la calidad del aire, el agua y otros aspectos ambientales en tiempo real, asimismo, permite una gestión más efectivos de los recursos naturales y la reducción de la contaminación.

La adopción de soluciones de transporte inteligente basadas en tecnologías IoT son el soporte para acceder a sistemas de transportes seguros, asequibles, accesibles y sostenibles, implementando mejoras en la movilidad urbana en su totalidad, ayudando a disminuir los gases de efecto invernadero, reduciendo la contaminación del aire.

La integración de dispositivos IoT de redes de sensores de IoT colabora en el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles, mejorando los barrios marginales.

En el siguiente cuadro se muestran las variables dependientes e independientes de la presente investigación.

Figura 2.1: Variables independientes y dependientes.



Fuente: Elaboración propia (2023).

Universidad de

San Andrés

2.5. Métodos de investigación

La presente tesis está realizada bajo un estudio explicativo-descriptivo del fenómeno.

Se utilizó una metodología cuali-cuantitativa con mayor énfasis en lo cuantitativo. El estudio ha sido explicativo, con diseño no experimental y transversal, ya que la información fue recolectada en un momento de tiempo determinado. La investigación ha sido realizada en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), Argentina.

2.6. Países y ciudades seleccionados para el análisis

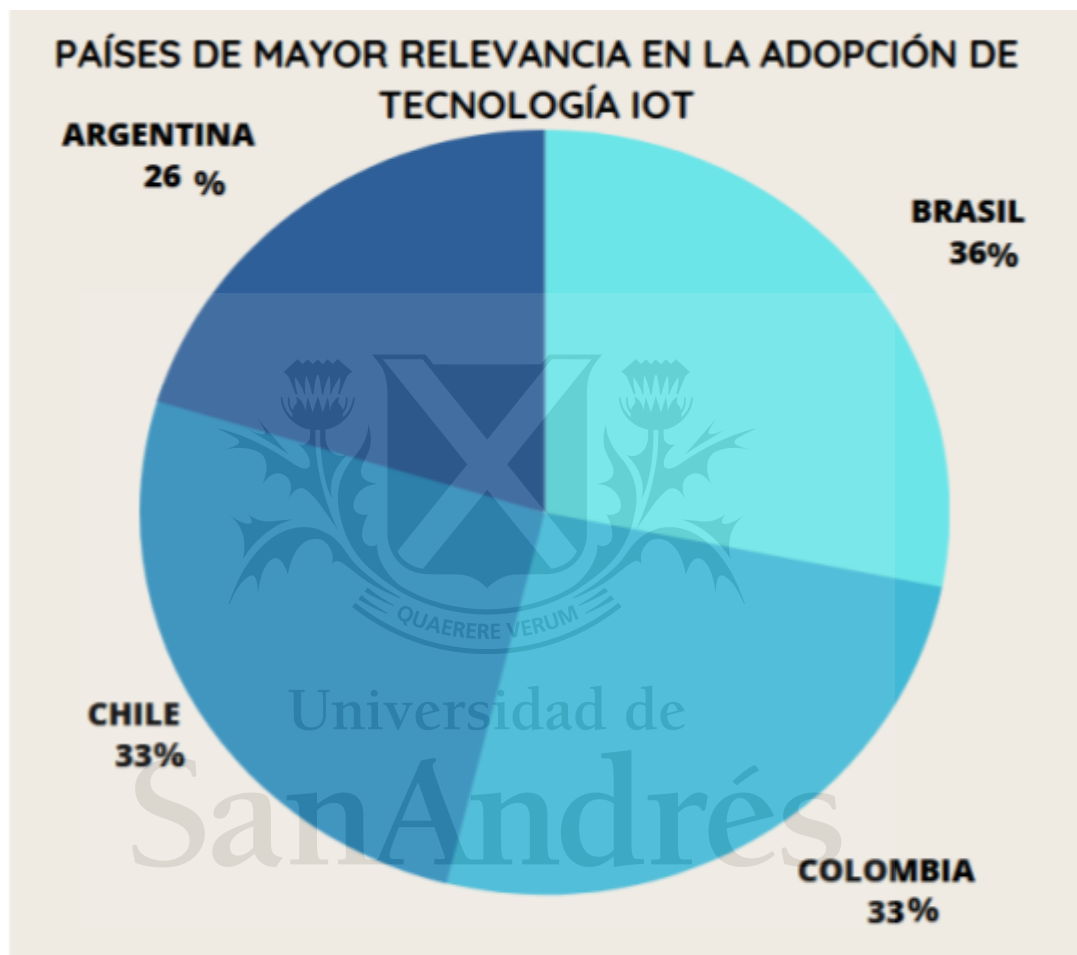
Los países seleccionados para el análisis son los más relevantes en la adopción de IOT.

En Brasil, Argentina, Chile y Colombia, el porcentaje de adopción es el siguiente:

- Brasil : Está a la vanguardia en la adopción de IoT en Latam y el Caribe. El gobierno brasileño ha promovido iniciativas para fomentar la adopción de tecnologías IoT en áreas como la agricultura, la industria manufacturera y las ciudades inteligentes. Se han desarrollado proyectos piloto y colaboraciones con la industria para impulsar la adopción de IoT.
- Colombia: Ha estado avanzando en la adopción de IoT, con enfoque en aplicaciones para la agricultura, la energía y el transporte. El gobierno y las empresas están colaborando en proyectos para impulsar la implementación de tecnologías IoT en el país.
- Chile: Está adoptando IoT en áreas como la minería, la agricultura y la energía. Hay un interés significativo en la implementación de tecnologías IoT para mejorar la eficiencia y la sostenibilidad en diferentes sectores.
- Argentina: En la actualidad trabaja en la adopción de IoT en diversos sectores, como la agricultura, la salud y la industria. Sin embargo, su nivel de adopción podría ser relativamente menor en comparación con otros países de la región.

En el siguiente gráfico se observan los porcentajes, en términos de adopción de la tecnología IoT, de los países mencionados anteriormente.

Figura 2.2 : Adopción de la tecnología IoT en Latinoamérica



Fuente: Elaboración Logicalis (2022).

2.7. Recopilación y análisis de datos

Con el fin de elaborar un marco de investigación, se utilizarán múltiples técnicas de recolección de datos para ofrecer una visión amplia y detallada sobre el área de investigación. En este caso, el enfoque hacia las tendencias y oportunidades en el ámbito de la tecnología IoT en relación con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 11 es un

tema sumamente relevante dada la rápida evolución de esta tecnología y su potencial impacto en la creación de ciudades y comunidades sostenibles. Se combinan datos cuantitativos (de cuestionarios) con datos cualitativos (de entrevistas), permitiendo una comprensión tanto general como detallada del tema. Se incluyen diferentes perspectivas al incluir a profesionales, especialistas y ejecutivos en tecnología IoT.

La presente tesis revela áreas en las que IoT está floreciendo en relación con el ODS 11, así como áreas que requieren atención o mejora.

Respecto a la comprensión del marco regulatorio el presente análisis documental pretende entender la evolución de las regulaciones en relación con IoT, lo cual es esencial para cualquier entidad que desee operar o innovar en este espacio.

En general, este enfoque mixto ofrece una metodología completa para investigar el papel y el potencial de IoT en relación con el ODS 11 en Latinoamérica.

2.8. Indicadores de cumplimiento del ODS 11

Para medir el progreso hacia el objetivo de hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean más inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles se han establecido una serie de metas e indicadores.

Tablas 2.3 : Indicadores de cumplimiento del ODS 1.

METAS	INDICADORES
Asegurar el acceso de todas las personas a viviendas y servicios básicos adecuados, seguros y asequibles, y mejorar los barrios marginales.	<ul style="list-style-type: none">● Porcentaje de la población que vive en viviendas adecuadas.● Proporción de personas con acceso a servicios básicos como agua potable,

METAS	INDICADORES
	saneamiento, electricidad y transporte público.
Proporcionar acceso a sistemas de transporte seguro, asequible, accesible y sostenible para todos y mejorar la seguridad vial.	<ul style="list-style-type: none"> ● Kilómetros de redes de transporte público por cada 100,000 habitantes. ● Tasa de accidentes de tránsito por cada 100,000 habitantes.
Aumentar la urbanización inclusiva y sostenible y la capacidad para la planificación y la gestión participativas, integradas y sostenibles de los asentamientos humanos en todos los países.	<ul style="list-style-type: none"> ● Proporción de ciudades que han implementado planes de desarrollo urbano sostenible. ● Participación ciudadana en procesos de planificación y toma de decisiones urbanas.
Fortalecer los esfuerzos para proteger y salvaguardar el patrimonio cultural y natural del mundo.	<ul style="list-style-type: none"> ● Número de sitios protegidos del patrimonio cultural y natural. ● Nivel de inversión en la conservación y restauración del patrimonio cultural y natural.
Reducir significativamente el número de muertes causadas por los desastres, incluidos los relacionados con el agua, y de personas afectadas por ellos, y reducir considerablemente las pérdidas	<ul style="list-style-type: none"> ● Número de personas muertas, desaparecidas y afectadas directamente atribuido a desastres por cada 100.000 personas. ● Pérdidas económicas directas en relación con el PIB mundial, daños en la infraestructura esencial y número de

METAS	INDICADORES
económicas directas provocadas por los desastres.	interrupciones de los servicios básicos atribuidos a desastres.
Reducir el impacto ambiental negativo per cápita de las ciudades, incluso prestando especial atención a la calidad del aire y la gestión de los desechos municipales y de otro tipo.	<ul style="list-style-type: none"> ● Proporción de desechos sólidos urbanos recogidos periódicamente y con una descarga final adecuada respecto del total de desechos sólidos urbanos generados, desglosada por ciudad. ● Niveles medios anuales de partículas finas en suspensión.
Proporcionar acceso universal a zonas verdes y espacios públicos seguros, inclusivos y accesibles, en particular para las mujeres y los niños, las personas de edad y las personas con discapacidad.	<ul style="list-style-type: none"> ● Proporción de personas que han sido víctimas de acoso físico o sexual en los últimos 12 meses, desglosada por sexo, edad, grado de discapacidad y lugar del hecho. ● Proporción media de la superficie edificada de las ciudades que se dedica a espacios abiertos para uso público de todos, desglosada por sexo, edad y personas con discapacidad
Apoyar los vínculos económicos, sociales y ambientales positivos entre las zonas urbanas, periurbanas y rurales fortaleciendo la planificación del desarrollo nacional y regional.	<ul style="list-style-type: none"> ● Proporción de la población residente en ciudades que aplican planes de desarrollo urbano y regional que tienen en cuenta las previsiones demográficas y las necesidades de recursos, desglosada por tamaño de ciudad.

METAS	INDICADORES
<p>Aumentar el número de ciudades y asentamientos humanos que adoptan e implementan políticas y planes integrados para promover la inclusión, el uso eficiente de los recursos, la mitigación del cambio climático y la adaptación a él y la resiliencia ante los desastres, y desarrollar y poner en práctica, en consonancia con el Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Proporción de gobiernos locales que adoptan y aplican estrategias locales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con las estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres. ● Número de países que adoptan y aplican estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendái para la Reducción del Riesgo de Desastres.
<p>Proporcionar apoyo a los países menos adelantados, incluso mediante asistencia financiera y técnica, para que puedan construir edificios sostenibles y resilientes utilizando materiales locales.</p>	<ul style="list-style-type: none"> ● Proporción del apoyo financiero a los países menos adelantados que se asigna a la construcción y el reacondicionamiento con materiales locales de edificios sostenibles, resilientes y eficientes en el uso de recursos.

3. Capítulo III: Análisis de Oportunidades

3.1. Estado de las ciudades de Latinoamérica en relación con el ODS 11

Latinoamérica y el Caribe

El desarrollo urbano sostenible representa una oportunidad para la implementación de políticas acordes con la lógica del gran impulso ambiental. Abordar los grandes desafíos de urbanización de la región puede servir como instrumento de desarrollo y tener efectos positivos tanto en materia de crecimiento y diversificación productiva como de descarbonización y sostenibilidad de las ciudades.

Latam y el Caribe es una región muy urbanizada, donde las ciudades concentran un porcentaje elevado de la población y de la producción económica.

El sesgo hacia inversiones que favorecen la movilidad individual motorizada y la expansión territorial sin una planificación adecuada contribuye a aumentar la contaminación de las ciudades. Este sesgo tiene implicancias a largo plazo, ya que las inversiones actuales supondrán el mantenimiento de patrones ineficientes de uso de los recursos naturales y de emisión de gases de efecto invernadero durante varias décadas, lo que repercutirá de manera negativa en la salud y la calidad de vida de las futuras generaciones.

Por tal motivo, es necesario avanzar en el cumplimiento del ODS 11 a fin de que las ciudades sean inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.

Los ejes centrales son la infraestructura urbana y el sector de transporte particular que tienen que apuntar hacia modos de desarrollo de energías renovables y limpias.

El triunfo de estas políticas aplicadas depende de la capacidad de coordinación e implementación de las políticas a nivel local. En la región, son pocos los países que cuentan con el nivel de descentralización necesario para que las ciudades puedan liderar o formular políticas de este tipo. Uno de los factores indispensables para el fortalecimiento de las capacidades de las ciudades es el financiamiento para las inversiones urbanas.

Las tecnologías emergentes, como la de cadena de bloques o el uso de instrumentos satelitales o imágenes de drones pueden contribuir a mejorar los catastros, lo que resulta indispensable para mejorar la fiscalidad urbana, a la vez que representa un nuevo espacio para la inversión, el aprendizaje y la innovación tecnológica.

En el siguiente gráfico se observa que, si bien las políticas aplicadas y su desarrollo e implementación son las correctas, no muestran un gran avance. De mantenerse este proceso lento, no estaría en condiciones de alcanzar el objetivo para el año 2030.

Figura 3.1: Metas de los ODS hacia el año 2030



Fuente: (Comisión Económica para América Latina y el Caribe, 2023).

La región muestra un desempeño mixto, tal como se observa en el gráfico, sólo un tercio de las metas de los ODS está en camino de alcanzarse para el 2030, mientras que, para los dos tercios, se necesitan acciones de política para lograr las metas, ya sea porque se

necesita acelerar la tendencia positiva observada (46% de las metas) o para revertir el estancamiento o retroceso observado (22% de las metas).

Brasil

Grandes ciudades como São Paulo, Río de Janeiro y Curitiba han hecho inversiones significativas en la expansión y modernización de sus sistemas de transporte público, incluyendo la construcción de nuevas líneas de metro, carriles de autobús y ciclovías. Él ha sido testigo de cómo estas ciudades han mejorado su infraestructura de transporte público para brindar un servicio más eficiente y sostenible a sus habitantes.

Se han realizado proyectos para revitalizar áreas urbanas deterioradas, promoviendo la gentrificación controlada y la creación de espacios públicos.

También se instaló la primera planta de ensamblaje para la producción de autobuses eléctricos en la región. La ciudad dispuso que el 10% de los 1.500 autobuses de su flota sean eléctricos en 2022.

Diversas ciudades están adoptando tecnologías para mejorar la gestión urbana, incluyendo sistemas de iluminación inteligente, gestión de tráfico y monitoreo ambiental.

Han surgido programas gubernamentales como "Minha Casa, Minha Vida" que buscan reducir el déficit habitacional y ofrecer viviendas dignas a familias de bajos ingresos.

Es importante observar los desafíos persistentes en Brasil.

Brasil tiene una significativa cantidad de favelas y asentamientos informales, donde la infraestructura y los servicios básicos son insuficientes o inexistentes.

La delincuencia y la violencia son problemas persistentes en muchas ciudades brasileñas, lo que plantea desafíos para garantizar que los entornos urbanos sean seguros para todos los habitantes.

La urbanización descontrolada y la falta de sistemas adecuados de gestión de residuos y aguas residuales plantean desafíos ambientales en muchas áreas urbanas.

A pesar de las inversiones, el tráfico sigue siendo un problema importante en las grandes ciudades. La falta de opciones de transporte público eficientes y asequibles agrava el problema.

El potencial en la adopción del Servicios 5G permite obtener una mayor velocidad y baja latencia multiplicidad de conexiones.

Las desigualdades socioeconómicas son evidentes en el paisaje urbano, con grandes contrastes entre zonas de alta y baja renta.

Ciudades costeras como Río de Janeiro son vulnerables a eventos climáticos extremos y al aumento del nivel del mar.

Brasil realiza esfuerzos considerables para avanzar hacia ciudades más sostenibles, sin embargo aún enfrenta desafíos significativos. La colaboración entre el gobierno, el sector privado y la sociedad civil será esencial para abordar estos desafíos y lograr el ODS 11 en el país.

Chile

En Chile los recursos identificados para la preservación, conservación y protección del patrimonio cultural, indican que el gasto público del Gobierno Central chileno en el año 2021 equivale a \$7.418,7 per cápita.

Con respecto a los residuos sólidos urbanos, en el año 2020, se registró una baja significativa, llegando a un 65% a nivel nacional. En el año 2021 aumenta, llegando a un 70% aproximadamente.

Desde 2017, se observa una clara tendencia a la baja en el promedio anual de partículas finas en suspensión de ciudades, que pasa de 25,9% microgramos por metro cúbico ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2015 a 22,5% en 2017. En el año 2020, esta cifra disminuye a 19,2%, valor que posteriormente aumenta a 20,9% ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) en 2021.

Chile adopta y aplica estrategias nacionales de reducción del riesgo de desastres en consonancia con el Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres

2015-2030, la Política Nacional para Reducción del Riesgo de (PNRRD) y Plan Estratégico Nacional para la reducción del Riesgo de Desastres 2020-2030 (PENRRD 2020-2030). Desde el año 2015 al 2021, cada vez son más las comunas que poseen estrategias de reducción de riesgo de desastres, aumentando de un 20,3% en el año 2015 a un 78,6% a 2021. Este aumento corresponde a la obligación legal que tienen los municipios de adoptar estrategias locales de reducción del riesgo de desastres (RRD).

En cuanto a las familias en situación de urgencia habitacional ubicadas en el tramo del 40% más vulnerable según el Registro Social de Hogares (RSH), se desarrollará estrategia diseñada por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo (Minvu) para abordar el déficit habitacional que existe en Chile. Este plan mejorará la calidad de vida de 260 mil grupos familiares que podrán tener acceso a una vivienda adecuada, y tiene por objetivo asegurar el correcto desarrollo urbano en los terrenos de propiedad Serviu de más de 5 hectáreas (ha), a través de una planificación que promueva la integración social en sus diferentes ámbitos y escalas, incorporando y resguardando suelo para equipamientos, espacios públicos y promoviendo la sostenibilidad de las intervenciones para entregar una mejor calidad de vida a las familias.

Por otro lado, Chile, busca recuperar el rol público del Estado en la creación de valor en las ciudades, a través de una serie de medidas de gestión e inversión urbana para el período comprendido entre los años 2023-2026. La estrategia se divide en cuatro grandes líneas de acción: nueva agenda de ordenamiento territorial; territorios de oportunidad; gestión de suelo y agenda de género y territorio de los cuidados, desde las cuales se derivan una serie de medidas específicas.

En cuanto a la población afectada por desastres naturales, se impulsan medidas de reducción de riesgo de desastres desde la perspectiva local, integrando éstas a los planes y programas Minvu. Esta iniciativa contribuye a aumentar la resiliencia de las comunidades ante amenazas naturales.

A fin de fomentar la implementación de metodología de indicadores de accesibilidad, Chile elabora un plan regulado por la Ley Marco de Cambio Climático, que insta al

Ministerio de Transporte a generar medidas de adaptación con el propósito de lograr un sistema de transporte resiliente a las amenazas derivadas de eventos climáticos extremos.

Otras iniciativas

- Intervención de calles para mejoramiento de la seguridad y comodidad de los niños y niñas de la zona. Se pudo reducir la velocidad de los automóviles en un 10%, implementar cruces seguros, reducir las distancias de cruce en un 41% y mejorar la sensación general de la calle en más de un 10% (seguridad, limpieza y diversión).
- Elaboración de un Plan Maestro de Planificación Territorial en el sector del Borde Cerro de Antofagasta. Se realiza una intervención social, mediante una estrategia de participación comunitaria y multisectorial, para conocer y priorizar las problemáticas que afectan a la población. Se generan propuestas urbanas para el sector enfocadas en los campamentos, evaluando si el terreno es apto para la radicación de estos asentamientos con el objetivo de contribuir a la reducción del déficit habitacional.
- Facilitación de un bus inclusivo que permite trasladar a personas con discapacidad y/o movilidad reducida con el fin de acercar medios de transporte a las personas de la comuna que no pueden utilizar los convencionales. Hoy lo utilizan más de 1.000 usuarios, entre ellos estudiantes de una escuela especial y socios y socias de diferentes clubes que trabajan temas de discapacidad. En Chile el 60 por ciento de la energía que utiliza el metro bus es energía renovable no convencional, energía solar y eólica.

En el siguiente gráfico se observa la cantidad de empresas por tipo de iniciativas desarrolladas relacionadas con ODS 11.

Figura 3.2: Número de empresas por tipo de iniciativas desarrolladas relacionadas con ODS 11 (2023)



Fuente: Informe Nacional Voluntario de Chile (2023)

La figura 3.2 indica que 42 empresas chilenas están relacionadas con la reducción del impacto ambiental en las ciudades donde opera, por el contrario sólo 18 empresas están abocadas a la gestión del riesgo de desastre y resiliencia y promoción de sistemas de transporte sostenible y/o seguridad vial.

Argentina

En Argentina hay un eje denominado Sostenibilidad en la Administración Pública (2020), la misma es una herramienta para medir la adopción de medidas sostenibles en los organismos de la Administración (Administración Pública Nacional y Entidades Públicas del Estado). El Índice de Seguimiento y Sostenibilidad (ISSOs), trabaja con una escala de evaluación de 0 a 5 que permite clasificar la implementación de medidas de sostenibilidad en 3 etapas: roja, “Sostenibilidad Incipiente”; amarilla “en Desarrollo” y verde en “Crecimiento e Integración”. A través de esta práctica la sociedad y las instituciones de

control pueden seguir la evolución de la implementación de medidas de sostenibilidad en la Administración Pública.

La inserción de los valores de sostenibilidad en la Administración Pública Nacional, fomenta la transparencia activa en los gastos públicos logrando mayor eficiencia, considerando la vinculación de este abordaje con la responsabilidad social.

La metodología estuvo basada en cuestionarios, entrevistas y relevamiento de información y se inició identificando los ejes temáticos: gestión de los recursos (energía, agua, gas, residuos); racionalización del uso del papel e implementación del proceso electrónico; compras públicas sustentables; accesibilidad; movilidad y teletrabajo; superficies y espacios verdes; capacitación y difusión.

La siguiente Tabla (3.1) muestra el resultado del relevamiento de sostenibilidad elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

Tabla 3.1: Resultado del relevamiento de sostenibilidad.

Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible	Puntaje
Gestion de Energia	2.5
Gestión de Agua	2.5
Gestión de residuos	2.75
Mantenimiento orden y limpieza	3.44
Racionalización uso papel/implementacion Expediente Electrónico	4.58
Compras Públicas sostenibles	4.04
Higiene y Seguridad	2.5
Accesibilidad	2.14
Movilidad Sostenible- teletrabajo	3.57
Superficies y Espacios Verdes	1.88

Índice de seguimiento y sostenibilidad	3.19
Su Organismo debe optimizar su gestión	1.81

Fuente : Ministerio de Ambiente y desarrollo Sostenible (2020)

Los resultados que refleja la Tabla 3.1 señalan que el ISSOs en los 11 ejes evaluados equivale a 3,19 puntos, lo que define una línea de base de sostenibilidad en desarrollo. Solo dos ejes temáticos se encuentran en etapa de crecimiento e integración: Racionalización en el uso de papel/ implementación de expediente electrónico que alcanzó un valor de 4,58 y Compras Públicas sostenibles (4,04). En este sentido se espera la adopción de mejoras que permitan la evaluación continua y permanente aportando al crecimiento y desarrollo de los ODS haciendo foco en las tres dimensiones del desarrollo sostenible: social, económica y ambiental.

En términos de transporte, Argentina, más precisamente el Área Metropolitana de Buenos Aires (AMBA) tiene un sistema de transporte público que combina una red de subterráneos con una prolongación de superficie (Premetro) dentro del territorio de CABA. Posee una importante y moderna flota de autobuses (líneas 1 a 199) con carriles exclusivos de circulación rápida (Metrobus), los mismos cuentan con descuentos en los transbordos en un rango de dos horas.

La mayoría de los colectivos utilizados en el sistema son accesibles, disponen de rampas elevadoras y un espacio designado dentro del colectivo con cinturón de seguridad adaptado. Además, los colectivos cumplen con las normas Euro-V que garantizan la baja emisión de carbono generada por el diésel.

Dentro de CABA (Ciudad Autónoma de Buenos Aires) existe un sistema tarifado de bicicletas llamado Ecobici, ubicados en las zonas cercanas a las estaciones de colectivos, subtes y trenes; lo cual permite disponer de un medio de transporte sustentable, ecológico, rápido y saludable. En esta modalidad, cuando el usuario no desea seguir circulando en

bicicleta, la devuelve en una de las estaciones vinculadas territorialmente con la red de transporte integrado. Para utilizar este servicio se debe ser residente de CABA y estar registrado en la app BA Ecobici.

En resumen, Argentina, más precisamente AMBA, ha alcanzado importantes avances en cuanto a la modernización del parque automotor de los colectivos y trenes urbanos, especialmente en lo que respecta a la baja emisión de gases nocivos y la accesibilidad para las personas con dificultades motoras. También dispuso un sistema de descuentos en el pasaje para los transbordos y tiene sistema ecológico de movilidad como las bicicletas, sin embargo aún no posee un sistema integrado en toda la extensión del territorio. En la actualidad, se continúa repensando un plan enfocado a los objetivos de la Agenda 2030.

Colombia

Colombia acumula un avance de 54,8% en el cumplimiento de los ODS en general, según el último informe del Departamento Nacional de Planeación (DNP).

Los objetivos referidos a energía asequible y no contaminante y acción por el clima tienen un crecimiento de 30,66% y 36,07% respectivamente.

En la actualidad, la ciudad de Medellín, tiene la Política Pública para la Inclusión de las Personas con Discapacidad (PPDIS).

Este plan contiene 6 ejes con diferentes estrategias de acción. El eje “Acceso y Accesibilidad” desde la estrategia “Movilidad Humana y Transporte” presenta líneas de acción e indicadores de producto y resultado bajo la responsabilidad de las Secretaría de Movilidad, Inclusión social, Infraestructura, Subsecretaría de Espacio Público, así como del Metro de Medellín, Metro Plus y EDU. Se destaca las acciones asociadas a la implementación de criterios de accesibilidad para garantizar el acceso de las personas con discapacidad al servicio de transporte público masivo, también es de suma importancia, la reciente instalación del Comité de Accesibilidad, el cual busca cuidar la accesibilidad en entornos físicos, transporte, tecnologías de la información, comunicación y justicia.

En el siguiente cuadro se observa la accesibilidad de personas con discapacidad o perfil PCD al Sistema Metro entre los años 2015 y 2021.

Tabla 3.2: Accesibilidad de personas con discapacidad al Sistema Metro.

Año	Ingresos (PCD)	Variación
2015	1.975.875	
2016	2.395.072	21.22%
2017	2.911.242	21.55%
2018	3.708.540	27.55%
2019	4.914.564	32.52%
2020	2.045.138	58.39%
2021	3.673.286	79.61%

Fuente : Elaboración propia con información suministrada

por el Ministerio de Medellín (2021)

La tabla 3.2 muestra que el año 2019 fue el que más personas con discapacidad (PCD) ingresaron al Sistema Metro de Colombia, presentando una variación de 32.52%.

En cuanto a las áreas protegidas, según datos del IDEAM, la mayor concentración se presenta en el municipio de Medellín, con una asignación de 16.547 hectáreas de áreas protegidas, es decir el 44,38%, seguido de Caldas con 3.385 hectáreas (25,36%) y Bello con 3.073 hectáreas (20,75%). Desde los planes de desarrollo municipal, la planificación, protección y aprovechamiento de los recursos naturales, cuenta con apuestas desde el manejo y aprovechamiento sostenible de cuencas y microcuencas hidrográficas, adquisición y conservación de predios de reserva hídrica, y protección de la fauna y flora. Al igual, el desarrollo turístico sostenible se integra como estrategia para el

aprovechamiento de los recursos naturales y herramienta para la sensibilización en el respeto y cuidado del medio ambiente.

En cuanto a los residuos sólidos, Colombia, incluye las cantidades dispuestas en rellenos sanitarios, celdas de contingencia y las dispuestas en sistemas o plantas de aprovechamiento de residuos sólidos. Para los años 2017 y 2018 descendió a 79,33%.

En resumen, Colombia asoció su logro con un indicador, Vehículos eléctricos. El éxito de la Agenda 2030, depende de la incorporación de una perspectiva de sostenibilidad ciudadana, con la que se pueda asociar el impacto que tienen las decisiones cotidianas en el desarrollo sostenible.

3.2. El potencial de IoT para resolver los desafíos del ODS 11

El Internet de las cosas (IoT) tiene un potencial significativo para abordar varios desafíos relacionados con el ODS 11 al ofrecer soluciones innovadoras para mejorar la planificación urbana, la gestión de recursos y la calidad de vida de las personas en áreas urbanas.

Es una excelente oportunidad de inversión para Latinoamérica, según el informe de GSMA Intelligence se estima un ingreso de USD 33 mil millones, sin embargo McKinsey pronostica que el impacto de IoT para 2020 será de al menos USD 50 mil millones en el PIB.

Las soluciones de IoT innovarán en una gran variedad de industrias, como energía, salud y transporte. Combinarán las redes de comunicación y los servicios “off-line” existentes para aumentar la productividad, disminuir los residuos y mejorar el bienestar de los ciudadanos.

Es importante destacar el rol de los gobiernos y formuladores de políticas en Latinoamérica y el Caribe para capitalizar todos los beneficios del IoT y ayudar a cerrar la

brecha tecnológica entre la región y los países desarrollados para abordar los desafíos del ODS 11.

En este punto, se resalta la importancia de la cooperación y gobernanza, por lo cual se necesitan tres puntos clave.

Primeramente, el incremento de la conciencia y comprensión en torno a la toma de decisiones, con un enfoque inclusivo que congregue a los mejores representantes del sector público y privado.

Secundariamente, el desarrollo de marcos integrales sobre el despliegue de la “Cuarta Revolución Industrial”, asegurando valores en torno a los comportamientos individuales y colectivos, convirtiendo el empoderamiento y la inclusión en principios fundamentales de las acciones.

Por último, reformar los sistemas económicos, sociales y políticos, a través de una transformación sistémica, integral e innovadora para satisfacer las necesidades actuales y las futuras. (Schwab, 2016).

El aporte potencial de IoT para resolver los ODS 11 implica avanzar con los siguientes puntos:

- *Gestión eficiente de recursos*: El IoT permite la monitorización en tiempo real de recursos como energía, agua y transporte público. Sensores y dispositivos conectados ayudan a recopilar datos sobre el uso de estos recursos y optimizar su distribución y consumo. Esto puede reducir el desperdicio, disminuir los costos y minimizar la huella ambiental de las ciudades.
- *Movilidad sostenible*: El IoT mejora la movilidad en las ciudades a través de sistemas de transporte inteligentes. Sensores en carreteras, estacionamientos y vehículos pueden recopilar información sobre el tráfico, ayudando a gestionar mejor el flujo de tráfico y reducir la congestión. Además, promueve el uso de vehículos eléctricos y compartidos mediante la implementación de infraestructuras de carga inteligente.

- *Resiliencia ante desastres:* Los sensores y dispositivos IoT ayudan a monitorear condiciones climáticas y ambientales, así como a detectar eventos como terremotos e inundaciones. Estos datos se utilizan para alertar a las autoridades y a la población sobre posibles desastres naturales y permitir una respuesta más rápida y efectiva.
- *Mejora de la calidad del aire y del agua:* Los sensores IoT miden la calidad del aire y del agua en tiempo real, identificando niveles de contaminantes y ayudando a abordar problemas de contaminación. Esto crea entornos más saludables para los residentes urbanos.
- *Participación ciudadana:* El IoT involucra a los ciudadanos en la planificación y toma de decisiones urbanas. Aplicaciones móviles y plataformas en línea permiten que los ciudadanos informen sobre problemas como baches, basura acumulada o iluminación deficiente, permitiendo una respuesta más rápida por parte de las autoridades locales.
- *Eficiencia energética:* Los dispositivos IoT optimizan el uso de energía en edificios y hogares mediante la gestión inteligente de sistemas de calefacción, refrigeración e iluminación. Esto lleva a reducciones significativas en el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero.
- *Seguridad:* La propiedad de los datos es uno de los temas más polémicos. Los organismos globales y los gobiernos nacionales continúan lidiando con el problema. Una postura emergente de algunos sectores propone que los datos deben ser propiedad del usuario final y no de ningún intermediario. El usuario final puede optar por compartir los datos (con o sin beneficio monetario). Sin embargo, hay múltiples puntos de vista, y mientras se resuelve este debate, es fundamental en cualquier asociación que la propiedad de los datos se acuerde sin ambigüedades y con total transparencia.
- *Gobernanza inteligente:* La recopilación de datos en tiempo real mediante IoT permite a las autoridades tomar decisiones informadas para la planificación urbana y la gestión de servicios. Esto puede conducir a una mejor asignación de recursos y a una mayor eficiencia en la prestación de servicios públicos.

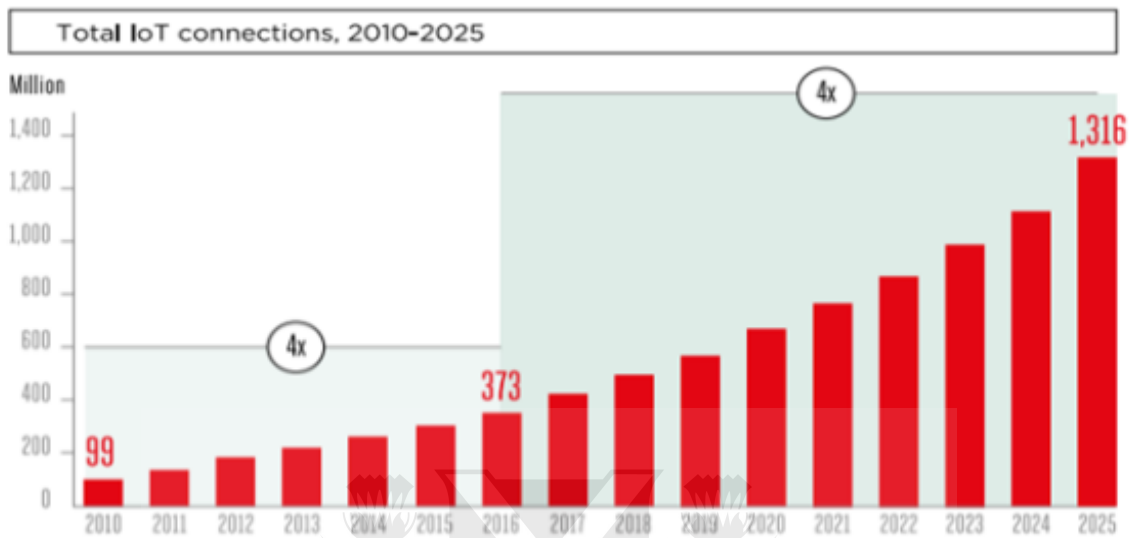
- *Marcos legales*: Un factor importante a tener en cuenta es simplificar los marcos legales para acelerar los procesos de adquisición que comprenda a los expertos para mejorar el ritmo de las implementaciones de IoT y reducir el riesgo de los ciclos políticos. Son un factor esencial para establecer y promover todo tipo de asociaciones.
- *Acelerar los procesos de adquisición*: Los ciclos de adquisición lentos se citan como uno de los mayores puntos débiles, particularmente en entornos públicos y privados. En general las políticas gubernamentales son las que determinan los tiempos.
- *Involucrar a los expertos*: Las organizaciones públicas tienen que generar acuerdos con entidades privadas, para evaluar y adquirir soluciones IOT.

En resumen, el IoT tiene un gran potencial para abordar los desafíos del ODS 11 al proporcionar soluciones tecnológicas innovadoras que promuevan la sostenibilidad, la eficiencia y la calidad de vida en las ciudades y comunidades. A fin de que el IoT obtenga aceptación entre el público general, los proveedores de servicios y otras entidades deberán brindar aplicaciones que aporten valor tangible a las vidas de las personas. IoT no debe representar el avance de la tecnología porque sí; la industria necesita demostrar el valor desde el punto de vista humano. (Evans, 2011)

Es importante abordar también cuestiones relacionadas con la privacidad, la seguridad cibernética y la accesibilidad para garantizar que estas soluciones sean inclusivas y beneficiosas para todos los habitantes urbanos.

En el siguiente cuadro se observa la proyección de conexiones hasta el año 2025 en Latinoamérica.

Figura 3.1: Proyección de conexiones hasta el año 2025.



Fuente : GSMA Intelligence (2020)

La figura 3.1 muestra exponencial de las conexiones IoT hacia el año 2025.

3.3. Oportunidades de aplicación de IoT

Se puede decir que 84% de las implementaciones de IoT están abordando actualmente, o tienen el potencial de abordar, los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) definidos por las Naciones Unidas.

IoT tiene beneficios de desarrollo que podrían maximizarse sin comprometer la viabilidad comercial. La razón por la que IoT podría convertirse en un cambio de juego para la sostenibilidad radica en su tecnología.

En esencia, IoT se trata de medir y controlar de forma remota "cosas" que antes no estaban conectadas y en el proceso apoya elementos de desarrollo sostenible.

Las oportunidades de la aplicación de IoT genera beneficios que se extienden más allá de los ahorros monetarios los proveedores de soluciones de IoT se benefician de la monetización de las soluciones implementadas.

Tal como mencionan Cerf y Strous en el informe de IoT *“No hay duda de que IoT será un motor de cambio socioeconómico como lo fue la revolución industrial. Nuestra sociedad estará cada vez más dirigida por sistemas autónomos, los robots de autoaprendizaje ayudarán a las personas no sólo en la fabricación, sino también en su vida diaria”*. (Strous & Cerf, 2019).

Los gobiernos a nivel local, regional y nacional eventualmente se beneficiarán del ahorro de energía colectivo que equivale a la producción de energía y, en última instancia, el más amplio la sociedad se beneficiará de la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero que contribuyen al cambio climático.

El uso de Internet de las Cosas (IoT) ofrece diversas oportunidades para abordar los objetivos y desafíos del ODS 11, que se enfoca en "Ciudades y Comunidades Sostenibles":

Gestión de Residuos Eficiente:

- Monitorea los niveles de llenado de contenedores de basura y optimiza las rutas de recolección, reduciendo así los costos y la contaminación asociados con la recolección ineficiente de residuos.
- Realiza un seguimiento de los residuos, controla los equipos y gestiona la recogida y eliminación de residuos, facilitando la clasificación, separación y reciclaje de materiales.
- Monitorea las condiciones de los contenedores de reciclaje, alertando cuando el contenedor está lleno o cuando algo anda mal.
- Rastrea e identifica los tipos de residuos que se eliminan, optimizando el proceso de clasificación y reduciendo la cantidad de residuos que van a la cloaca.
- Permite un reciclaje más específico y eficiente, así como la identificación de nuevas oportunidades de reutilización.

- Proporciona datos en tiempo real sobre los volúmenes y tipos de residuos que se tratan, mejorando las prácticas de reciclaje y sostenibilidad, e identificando tendencias y desarrollando estrategias para reducir los desechos.
- Crea incentivos que alienten a las personas a reciclar y reducir su huella de carbono. Por ejemplo, los contenedores inteligentes pueden brindar comentarios y recompensas a las personas que los utilizan, como descuentos en productos o servicios, o puntos que se pueden canjear por beneficios.
- Desempeña un papel importante en la mejora del reciclaje y la sostenibilidad, promoviendo un entorno más limpio y saludable para todos.
- Reduce la cantidad de energía necesaria para recolectar y procesar los residuos, por lo cual, reduce la cantidad de gases de efecto invernadero liberados a la atmósfera.
- Permite a las organizaciones identificar áreas en las que pueden reducir sus emisiones. Por ejemplo, el uso de sensores para medir la cantidad de desechos producidos por una fábrica u oficina ayuda a identificar áreas donde se produce un exceso de desechos, conduciendo a una mayor eficiencia y reducción de las emisiones.
- Permite a las ciudades rastrear los niveles de desechos, monitorear los sitios de eliminación y optimizar las rutas de recolección, llegando a ser una ciudad con mayor sostenibilidad.
- Ayuda a reducir el impacto ambiental de las ciudades y crea un entorno urbano más saludable y sostenible.

Transporte Inteligente:

- Permite sistemas de transporte inteligentes que monitorean el flujo de tráfico en tiempo real, optimizan las señales de tráfico y fomentan el uso compartido de

vehículos, reduciendo la congestión y las emisiones de gases de efecto invernadero.

- Monitorea y controla los flujos de tráfico con sensores integrados en las carreteras y los semáforos, las ciudades obtienen información en tiempo real sobre los patrones de tráfico y responde en consecuencia.
- Mejora tanto la seguridad como la fluidez del tráfico, y ayuda a las ciudades a obtener el máximo valor de su gasto en infraestructuras.
- Permite a las agencias de transporte público operar con mayor eficiencia, al tiempo que mejora la experiencia de los pasajeros con servicios como la señalización informativa y la conectividad a Internet de alta velocidad.
- El número de autos eléctricos y de estaciones de recarga está creciendo rápidamente. Toda la infraestructura dependerá de la conectividad de IoT para el mantenimiento del sistema, el procesamiento de pagos y mucho más.
- Permite hacer un seguimiento de los análisis de los vehículos, reducir la necesidad de rodar los camiones y automatizar los procesos para ahorrar costes operativos, incluida la supervisión y los informes sobre la refrigeración de los camiones.
- 5G: El estándar Celular V2X permite a dos autos conectarse, y además hace posible que estos reciban y envíen datos a semáforos, señalización electrónica, parkings.

Eficiencia Energética:

- Supervisa y controla el consumo de energía en edificios y sistemas de iluminación pública, permitiendo un uso más eficiente de la energía y reduciendo los costos operativos.
- Desarrollo de la Industria 4.0. Este concepto implica una nueva transformación industrial en la que las tecnologías juegan un papel clave: las nuevas fábricas serán

inteligentes y potenciarán la comunicación entre máquinas y humanos para generar procesos más eficientes.

- Tienen acceso a datos en tiempo real sobre la generación, el transporte y el consumo de energía, posibilitando la automatización en la gestión de la planta.
- Supone la posibilidad de desarrollar estrategias de mantenimiento predictivo, detectando errores y fallos antes de que se produzcan y aplicando las medidas necesarias para prevenirlos.
- Permite a las empresas aumentar la eficiencia y el despilfarro de recursos, potenciando las prácticas sostenibles.
- Permite controlar la producción, el transporte y la distribución de energía de forma remota y automática.
- Permite acceder a importantes ahorros económicos. Se calcula que los costes de mantenimiento suelen representar entre el 15% y el 40% de los costes totales de producción. El mantenimiento predictivo permite ahorrar hasta un 8% y un 12% en comparación con el mantenimiento preventivo y un 40% en comparación con el mantenimiento reactivo.
- Permite equilibrar la cantidad de recursos que se utilizan con los que realmente se necesitan para evitar costes y aumentar la flexibilidad, al tiempo que se alivia la presión sobre la red.
- Controla el monóxido de carbono en viviendas y edificios
- Controla el metano en la agricultura y la gestión de residuos
- Controla la calidad del aire en el ambiente para detectar contaminantes, plomo y partículas tóxicas.

Monitoreo de la Calidad del Aire:

- Mide la calidad del aire en tiempo real y proporciona información valiosa sobre la contaminación atmosférica y sus efectos en la salud pública.
- Detecta sustancias nocivas, vertidos químicos, contaminantes nocivos, lo que permite a los gobiernos e industrias limpiar y proteger el aire.
- Procesa información utilizando la tecnología de computación de borde, y envía los datos críticos a la nube o a un centro de datos para su posterior acción o análisis.
- Detecta anomalías o condiciones específicas, y luego activa alertas por correo electrónico o texto, así como procesos automatizados.
- Muestra las tendencias, los picos y las anomalías, lo que elimina la necesidad de programar desplazamientos de camiones, que consumen combustible, a cada instalación remota.
- Reduce su huella de carbono.
- Proporciona información para que los municipios tomen decisiones de planificación urbana, para que las operaciones industriales mitiguen su impacto y para que los fabricantes de automóviles mejoren continuamente los diseños para reducir las emisiones.
- Mide el impacto medioambiental.
- Controla el monóxido de carbono en viviendas y edificios.
- Controla el metano en la agricultura y la gestión de residuos.
- Controla la calidad del aire en el ambiente para detectar contaminantes, plomo y partículas tóxicas.

3.4. Casos de éxito y buenas prácticas en Latinoamérica

Gestión de residuos sólidos

En Latam se han desarrollado varios programas y proyectos exitosos en la gestión de residuos sólidos urbanos. Estos programas han surgido de la necesidad de enfrentar desafíos ambientales, sociales y económicos, y son ejemplos inspiradores para otras ciudades y regiones.

Tabla 3.3: Caso de éxitos en la Gestión de residuo sólidos

GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS		
País	Tecnología	Impacto
Chile	Implementación de herramientas GPS y cámaras de seguridad en camiones recolectores en la Municipalidad de Renca.	<ul style="list-style-type: none"> ● Eficiencia en actividades de inspección en las rutas de recolección. ● Fortalecimiento en los procesos por parte del operario. ● Generación de los canales de comunicación con los usuarios finales. ● Impacto positivo en la prestación del servicio. ● Mayor eficiencia en la gestión de denuncias. ● Conecta a recolectores de residuos con quienes generan desechos reciclables, usando tecnologías IoT para monitorear y gestionar la recolección y el reciclaje.
República Dominicana Haití	Utilización de drones y análisis de información geoespacial en los procesos de cierre de cloacas.	<ul style="list-style-type: none"> ● Eficiencia en el manejo de inundaciones. ● Generación de data inexistente en Haití: información poblacional, acceso y estado de infraestructura vial y levantamiento topográfico.
Ecuador	Incorporación de códigos QR para el reporte del estado de contenedores.	<ul style="list-style-type: none"> ● Optimización en el servicio de mantenimiento. ● Aumento del 62% en eficiencia por jornada laboral.

GESTIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS		
País	Tecnología	Impacto
Argentina	Incorporación de sensor autoinstalable basado en tecnología cognitiva de IBM Watson. (ECO-BITS)	<ul style="list-style-type: none"> ● Optimización de la recolección de residuos. ● Monitoreo en tiempo real del nivel de llenado. ● Recepción de alertas del contenedor que requiere ser vaciado. ● Contenedores de basura inteligentes, notifican cuando están llenos, mejorando la eficiencia de la recolección.
Uruguay	Instalación de la inteligencia del sistema en el camión.	<ul style="list-style-type: none"> ● Permite una solución escalable y la mínima intervención en los contenedores. ● Analiza soluciones a nivel de predicción.

Fuente: Elaboración propia.

Gestión Transporte Inteligente

La gestión de transporte inteligente (Intelligent Transportation Systems, ITS) implica el uso de tecnologías avanzadas para mejorar la eficiencia, seguridad y sostenibilidad de los sistemas de transporte. Latam ha experimentado con soluciones ITS en sus ciudades para abordar problemas de movilidad y tráfico.

Tabla 3.4: Caso de éxitos en el transporte inteligente

TRANSPORTE INTELIGENTE		
País	Tecnología	Impacto
Argentina Chile	Proyecto binacional implementado por la Secretaría de Energía de la Nación, de Argentina, el Ministerio de Energía de Chile y la Agencia de Sostenibilidad Energética (AgenciaSE) chilena, en el marco del Programa EUROCLIMA+	<ul style="list-style-type: none"> ● Impulso de la eficiencia energética y reducción de las emisiones de GEI en el sector del transporte de carga.
Chile	IA y TIC Incorporación de vehículos autónomos (DGPS) Implementación de SIT	<ul style="list-style-type: none"> ● Mejora del proyecto Sistema de Tráfico Adaptativo Coordinado de Sydney. (SCATS). ● Fortalecimiento de la coordinación territorial. ● Alivio de la congestión de tráfico en áreas urbanas. ● Toma de mejores decisiones en la planificación del viaje. Patrones de usuario.
Argentina	Instalación de Estaciones Viales inteligentes Multipropósitos (autoalimentadas con energía solar).	<ul style="list-style-type: none"> ● Dar respuesta a las necesidades del usuario: atención de emergencias médicas, mecánicas, inseguridad.
Brasil	Jasper (adquirida por Cisco)	<ul style="list-style-type: none"> ● Gestión de flotas, monitoreo de vehículos en tiempo real, optimización de rutas y reduce costos operativos.
Uruguay	Movertis	<ul style="list-style-type: none"> ● Gestión y monitoreo de flotas, optimizando rutas, reduciendo costos y mejorando la seguridad.

Fuente: Elaboración propia.

Agricultura Digital

La agricultura inteligente utiliza tecnologías avanzadas para optimizar el uso de recursos y mejorar la productividad y sostenibilidad de las operaciones agrícolas. En Latam, una región con una rica tradición agrícola, la adopción de estas tecnologías ha tenido varios casos de éxito.

Tabla 3.5: Caso de éxitos en agricultura digital.

AGRICULTURA DIGITAL		
País	Tecnología	Impacto
Argentina	Implementación de la App INTA Agencia Virtual.	<ul style="list-style-type: none"> Herramienta de gestión que propone una actualización de las formas de consulta e intercambio entre técnicos y usuarios del sistema de extensión de INTA, sin importar la región ni el segmento productivo.
	Start up AGROJUSTO	<ul style="list-style-type: none"> Conectar a pequeños agricultores y cooperativas con consumidores para hacer nexo entre productores frutihortícolas y el mercado.
	Agrofy	<ul style="list-style-type: none"> Conecta a agricultores con proveedores y ofrece soluciones para monitoreo de cultivos, clima, y gestión de maquinarias. Ayuda a los agricultores a tomar decisiones basadas en datos en tiempo real.
Brasil	AgTech: micro y pequeñas empresas de base tecnológica, emergentes.	<ul style="list-style-type: none"> Agricultura de precisión y análisis de datos. Gestión de negocios. Control de pestes y acceso a insumos. Gestión animal. Agricultura revolucionaria agrosilvicultura.

AGRICULTURA DIGITAL		
País	Tecnología	Impacto
		<ul style="list-style-type: none"> ● Pertinencia de las iniciativas a las necesidades de los productores, a los desafíos y tendencias del agro.
	AgroSmat Cultivos Inteligentes.	<ul style="list-style-type: none"> ● Amplio potencial en ganancias de eficiencia en el uso de los recursos en la cadena productiva.
	EMBRAPA Informática Agropecuaria.	<ul style="list-style-type: none"> ● Monitoreo en tiempo real la evolución de los cultivos, la humedad del aire y del suelo, la temperatura, los vientos, entre otros parámetros básicos que son captados por sensores conectados con satélites. ● Contribución en la evaluación y gestión de diversas áreas de las explotaciones productivas. ● Atención de demandas como previsiones meteorológicas, seguro rural, o informaciones técnicas, información cultivos, actividades y regiones específicas. ● Apoyo a la ejecución de políticas públicas a través de innovaciones.
Chile	Agromet	<ul style="list-style-type: none"> ● Acceso permanente a la información climática relevante: temperaturas, duración de lluvias y milímetros caídos, intensidad de radiación solar, humedad relativa.
	Campo Clima	<ul style="list-style-type: none"> ● Interpreta información y las traduce en recomendaciones en un lenguaje apropiado para la mayoría de los agricultores.

AGRICULTURA DIGITAL		
País	Tecnología	Impacto
	Wisar	<ul style="list-style-type: none"> ● Mejora el posicionamiento de agricultores en el mercado, a través de información on line de precios en los mercados mayoristas. ● Monitoreo de humedad del suelo y condiciones climáticas, permitiendo a los agricultores optimizar sus recursos y mejorar los rendimientos.
Uruguay	Sistema Nacional de Información Agropecuaria (SINIA)	<ul style="list-style-type: none"> ● Dispone de datos de tiempo y clima a través de una sala de mapas web montada sobre una herramienta Big Data Raster.
	Programa G	<ul style="list-style-type: none"> ● Iniciativas de Investigación Desarrollo e innovación en el ámbito agropecuario.
	Tecnología ISOBUS en las marcas de sembradoras.	<ul style="list-style-type: none"> ● Permite consultar la productividad del campo natural, simular la producción ganadera bovina y proyectar un presupuesto forrajero.
	Tambos robotizados	<ul style="list-style-type: none"> ● Permite potenciar la capacidad de las máquinas para realizar tareas de aplicación variable de fertilizantes y semillas.
	Chipsafer	<ul style="list-style-type: none"> ● Monitoreo de siembra avanzado con capacidad de contar saltos y dobles.

AGRICULTURA DIGITAL		
País	Tecnología	Impacto
	Actualred- Magna	<ul style="list-style-type: none"> ● Facilita la calidad del espaciamiento entre semillas, falla de densidad de siembra y falla de siembra total. ● Control de densidad en aplicación de fertilizantes por motores hidráulicos (reemplazando mandos mecánicos) y corte de secciones surco por surco o por módulos. ● Garantiza la higiene de la leche desde la ubre al tanque de frío. ● Respeto el bienestar animal. ● Amamantamiento de terneros, sin la necesidad de personal ni apartado de vacas. ● Permite el seguimiento, ubicación y medición del estado sanitario del rodeo vacuno. ● Permite monitorear en tiempo real la eficiencia operativa de las labores viales (construcción y mantenimiento de caminos internos en monte), silvícolas (labores, aplicación de PQs, plantación, etc.), cosecha mecanizada, transporte y acopio de madera.

Fuente: Elaboración propia.

Gestión Ambiental

La gestión ambiental se ha convertido en una prioridad en muchas regiones de Latam debido a la creciente preocupación por la conservación de los ecosistemas, la lucha contra el cambio climático y la necesidad de desarrollo sostenible.

Tabla 3.6: Caso de éxitos en la gestión ambiental.

GESTIÓN AMBIENTAL		
País	Tecnología	Impacto
Brasil	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio)	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo de áreas protegidas, detección de deforestación y combate de actividades ilegales.
Argentina	AQUA	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión y monitoreo del agua, desde control de calidad hasta la detección temprana de fugas en sistemas de distribución.
Uruguay	Ingeniart	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo ambiental ayudando a las ciudades a tomar decisiones basadas en datos reales.

Fuente: Elaboración propia.

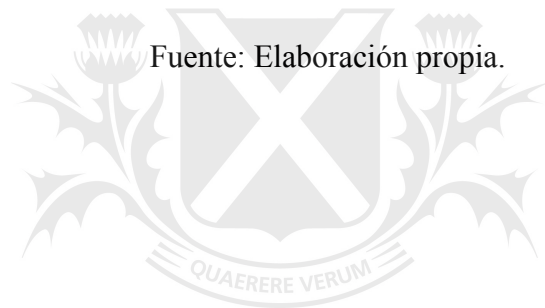
Gestión de Ciudades Inteligentes

El concepto de "Ciudades Inteligentes" o "Smart Cities" se refiere al uso de tecnologías digitales e innovadoras para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos, la eficiencia de los servicios urbanos, y garantizar un desarrollo sostenible. En Latinoamérica, varias ciudades han iniciado procesos de transformación y modernización en este sentido.

Tabla 3.7: Caso de éxitos en ciudades inteligentes

CIUDADES INTELIGENTES		
País	Tecnología	Impacto
Brasil	Telefónica Vivo	<ul style="list-style-type: none"> • Soluciones de gestión de tráfico, iluminación pública inteligente y sistemas de seguridad conectados.

Uruguay	ITC (Ingeniería y Tecnología en Control)	<ul style="list-style-type: none">● Gestión de tráfico y estacionamiento inteligente en Uruguay, utilizando tecnología IoT para mejorar la movilidad urbana.
Argentina	Wisewood	<ul style="list-style-type: none">● Gestión de ciudades desde sistemas de estacionamiento inteligente hasta monitoreo ambiental, mejora la vida urbana.
Chile	SONDA	<ul style="list-style-type: none">● Implementación de soluciones en áreas como gestión de tráfico, iluminación pública y seguridad.



Universidad de
San Andrés

4. Capítulo IV: Conclusión y Recomendaciones

4.1. Resumen de resultados

La adopción y el potencial del Internet de las Cosas (IoT) en Latinoamérica, particularmente en relación con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 11, que busca hacer que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles, presenta resultados y oportunidades prometedores.

Urbanización en Latinoamérica:

Latam y el Caribe es una de las regiones más urbanizadas del mundo, con más del 80% de su población viviendo en áreas urbanas. Esta densidad poblacional presenta desafíos en términos de infraestructura, transporte, seguridad y calidad del aire, entre otros.

Potencial del IoT para Ciudades Inteligentes:

El IoT tiene el potencial de transformar las ciudades en "ciudades inteligentes", donde los datos recopilados en tiempo real pueden utilizarse para tomar decisiones informadas, mejorar la eficiencia de los servicios y aumentar la calidad de vida de sus habitantes.

Implementaciones en Transporte y Movilidad:

Se han implementado soluciones de IoT en varios países para gestionar y monitorear el tráfico, mejorar la eficiencia del transporte público y reducir la congestión.

Gestión de Recursos:

El IoT ha facilitado la gestión y monitoreo del consumo de agua y energía en las ciudades, permitiendo una distribución más eficiente y la detección temprana de fallos o fugas.

Seguridad Ciudadana:

Las soluciones basadas en IoT, como cámaras inteligentes y sistemas de monitoreo, han sido implementadas en ciudades de la región para mejorar la seguridad y la respuesta de las fuerzas de seguridad.

Calidad Ambiental:

Los sensores de IoT han sido utilizados para monitorear la calidad del aire en tiempo real, lo que permite a las autoridades tomar decisiones informadas sobre restricciones vehiculares o alertar a los ciudadanos sobre condiciones potencialmente dañinas.

Desafíos y Consideraciones:

A pesar del potencial, la adopción de IoT en relación con el ODS 11 en Latinoamérica también presenta desafíos, como la necesidad de una infraestructura robusta, cuestiones de privacidad y seguridad de los datos, y la necesidad de formación y capacitación adecuada para las partes interesadas.

4.2. Conclusión sobre el potencial de IoT en Latinoamérica.

A través de la presente tesis se realizó la identificación y el análisis del desarrollo de la tecnología IoT en Latinoamérica para contribuir al cumplimiento de los Objetivos del Desarrollo Sostenible 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles) los cuales marcan un punto crucial en la determinación global para alcanzar un futuro más equitativo, sostenible y resiliente.

El ODS 11 apunta hacia la construcción de ciudades y comunidades sostenibles, responde a la necesidad urgente de abordar los retos que presentan la urbanización acelerada, la infraestructura insuficiente, el acceso limitado a servicios básicos y la vulnerabilidad ante los desastres naturales. En este contexto, se determinó el grado de avance y evolución, las iniciativas implementadas y los desafíos pendientes en relación con este objetivo para trazar un camino claro hacia la sostenibilidad urbana y la mejora de la calidad de vida de millones de personas.

El Internet de las Cosas (IoT) en Latam y el Caribe posee un potencial transformador que podría impulsar la región hacia una era de mayor eficiencia, sostenibilidad e innovación. A pesar de los retos asociados con la infraestructura, inversión y regulación, la adopción de IoT podría abordar desafíos endémicos y potenciaría a sectores clave como agricultura, transporte, energía, movilidad y servicios públicos, con una implementación estratégica y

colaborativa, Latinoamérica tiene la oportunidad no solo de integrar tecnologías avanzadas, sino también de convertirse en un líder en soluciones IoT adaptadas a las necesidades emergentes de la región en desarrollo.

El crecimiento urbano acelerado en Latinoamérica y el Caribe, destaca la necesidad de soluciones innovadoras que puedan hacer de las ciudades, lugares más habitables y sostenibles.

El IoT, en este sentido, emerge como una herramienta tecnológica con el potencial de abordar diversos desafíos, alineados con los principios del ODS 11.

Sin embargo, para que estas soluciones tengan un impacto real y duradero, es fundamental que se combinen con políticas públicas adecuadas, inversión en infraestructura tecnológica y, sobre todo, con la inclusión y capacitación de la población en su uso y beneficios.

Con una estrategia bien dirigida, Latinoamérica tiene la oportunidad de utilizar IoT para transformar sus ciudades en modelos de sostenibilidad y resiliencia. Las ciudades de la región podrían avanzar hacia la construcción de entornos más inclusivos, seguros y sostenibles para sus ciudadanos. Para lograrlo, de manera efectiva y eficiente, es primordial abordar los desafíos existentes y el trabajo colaborativo entre el sector público, el sector privado y la sociedad civil.

Resumen y conclusiones realizadas en las entrevistas.

La totalidad de los entrevistados considera que la tecnología IoT se ha consolidado como un pilar fundamental en el presente y, sin duda, tomará un rol preponderante en el futuro para forjar ciudades más sostenibles e inclusivas.

En particular, el ingeniero en sistemas Martín Wessel, de SAS, sostiene que *“El uso adecuado de sistemas de IoT permitiría reducir el consumo innecesario de utilities como la electricidad, el agua y/o el gas. También medir datos relevantes como el nivel de*

contaminación del aire, la pureza del agua del sistema de provisión de la ciudad. También la gestión eficiente del transporte público, que siempre consume grandes niveles de energía. Y así podríamos seguir. En cuanto a la inclusión, la tecnología no conoce de género, raza, afiliación política, etc. Las ventajas del uso de la tecnología son las mismas para todos los habitantes de la ciudad”.

Siguiendo la misma línea, el Consultor Senior y mentor Edgardo Regatky, considera que la tecnología IoT *“es fundamental y tendrá un valor preponderante en el futuro para contribuir a ciudades sostenibles e inclusivas. El despliegue de IoT permitirá mejorar la eficiencia energética, atención sanitaria, alertas tempranas de clima, seguridad urbana, gestión de residuos, optimización de flujo, seguridad del tránsito y transporte, control de calidad del aire, alertas tempranas de seguridad urbana y mejores sistemas de agua y saneamiento”.*

Por lo cual se podría afirmar que IoT impulsa una gestión más efectiva de residuos, optimiza el flujo y la seguridad en el tránsito y transporte, monitorea la calidad del aire y permite el desarrollo de sistemas avanzados para la distribución de agua y saneamiento.

La implementación masiva del IoT puede ser una solución a los desafíos. Mediante su despliegue, es posible potenciar la eficiencia energética, mejorar la atención sanitaria, proporcionar alertas tempranas de cambios climáticos y reforzar la seguridad urbana.

En cuanto a los desafíos que se presentan, la mayoría de los encuestados considera que la barrera más importante es el factor económico y la falta de decisión política para avanzar en una implementación rápida.

En este punto, el Magíster en Negocios Hernán Yervoni, refiere que *“en un contexto económico desafiante, las empresas y el gobierno pueden enfrentar dificultades para asignar los recursos necesarios.”*

Sin embargo, desde el punto de vista de Wessel, podemos interpretar este aspecto de otra manera *“(la barrera económica) creo que es también la “excusa” para no desplegarlas. Con esto quiero decir que si hoy tuviéramos todo el presupuesto, no estoy seguro de que*

serían implementados tan rápidamente como son necesarios. La falta de un plan nacional de desarrollo de ciudades inteligentes, de una estrategia nacional que oriente, fomente y financie proyectos de IoT en Smart Cities permitiría que, aun en ciudades con poco presupuesto, se pudiera pensar en adoptar algunas soluciones. La “avaricia política” tampoco ayuda.”

Es menester agregar que la puesta en valor de la tecnología se encuentra en las oportunidades que ofrece en la región. En este sentido, el ingeniero ambiental y profesor Matías Puente de SOyMA Consultora, asevera que una de las mayores oportunidades al momento de invertir en IoT *“es en el sector energético. Eficiencia energética. Big data. Inteligencia artificial. 5G. Transporte. Biocombustibles.”*

Por otro lado, Yervony, enumera otras oportunidades dentro del sector en la región como ser *“seguridad pública, ahorro de agua, gestión de residuos y transporte inteligente”*.

Por último y haciendo foco en las innovaciones dentro del sector en Argentina, las mismas fueron aplicadas según Regatky en *“analítica de video para monitoreo de personas y ambiente, gestión de inventarios y logística, pilotos para optimización de ruteo de recolección de residuos, control de humedad de suelos, Industria 4.0, diseño de mejora de experiencia de usuario, machine learning basada en análisis de imágenes para optimización de líneas de producción, detección de fallas y material foráneo.”*

Considerando este aspecto, Puente aporta que los sectores de medicina y genética como *“biomedicina, desarrollo de vacunas,ingeniería genética vegetal, bioingeniería de alimentos y producción de biocombustibles”* presentan innovaciones en su campo, dentro del país en el área de investigaciones.

Predicciones para el futuro

El Internet de las Cosas (IoT) tiene un potencial significativo para impulsar cambios positivos en relación al ODS 11, que busca hacer de las ciudades y comunidades lugares más inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles. Al combinar el panorama actual de Latinoamérica con las tendencias emergentes del IoT y el compromiso con los Objetivos de Desarrollo Sostenible, se pueden esbozar algunas predicciones sobre el futuro de IoT en la región en relación al ODS 11.

La transformación hacia ciudades inteligentes en Latinoamérica, impulsada por la tecnología del Internet de las Cosas (IoT) y en línea con el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 11, es una tendencia emergente que promete remodelar el panorama urbano. Considerando las particularidades y desafíos de la región, aquí están algunas predicciones para el futuro de las ciudades inteligentes en Latinoamérica con un enfoque en el ODS 11:

Gestión de Tráfico Avanzada: Se espera una implementación masiva de sistemas IoT en semáforos, cámaras de tráfico y flotas de transporte público. Estos sistemas ayudarán a optimizar el flujo vehicular, reducir tiempos de traslado y disminuir la emisión de gases contaminantes.

Edificios Inteligentes: Más allá de la simple eficiencia energética, los edificios estarán equipados con sensores y sistemas de automatización para mejorar la calidad de vida de sus habitantes y optimizar la utilización de recursos.

Energías Renovables y Redes Inteligentes: Las soluciones de IoT se integrarán con fuentes de energía renovable y redes eléctricas para distribuir la energía de manera eficiente, reducir pérdidas y adaptarse a las demandas en tiempo real.

Monitoreo Ambiental en Tiempo Real: Sensores distribuidos en toda la ciudad proporcionarán datos en tiempo real sobre la calidad del aire, niveles de ruido, radiación UV y otros indicadores ambientales, lo que permitirá a las autoridades tomar medidas inmediatas ante problemas.

Gestión Inteligente de Residuos: Sistemas de recolección de basura equipados con IoT podrán indicar cuándo y dónde es necesario el servicio, optimizando rutas y promoviendo el reciclaje.

Infraestructura Resiliente: En zonas propensas a desastres naturales, el IoT permitirá a las ciudades anticipar y responder a eventos como inundaciones, terremotos o deslizamientos, salvaguardando a sus habitantes y su patrimonio.

Integración de Transporte Público: La integración de diferentes medios de transporte mediante plataformas IoT ofrecerá a los ciudadanos opciones de movilidad más eficientes y sostenibles.

Participación y Gobernanza Ciudadana: Las plataformas digitales permitirán a los ciudadanos reportar problemas, proponer soluciones y participar activamente en la toma de decisiones, fomentando la transparencia y la inclusión.

Desafíos Regulatorios: A medida que las ciudades integren más tecnología, surgirán desafíos en torno a la privacidad, la propiedad de datos y la seguridad cibernética, lo que podría llevar a la implementación de regulaciones más estrictas.

Colaboración Regional: Las ciudades aprenderán unas de otras, compartiendo soluciones y colaborando en proyectos conjuntos, fomentando una visión unificada de desarrollo sostenible.

Por consiguiente, la combinación de IoT y el impulso del ODS 11 tiene el potencial de transformar las ciudades latinoamericanas en lugares más habitables y eficientes. La integración de tecnología en la gestión urbana puede ser un catalizador clave para el cambio positivo.

4.3. Recomendaciones para las políticas públicas e infraestructura

La implementación del Internet de las Cosas (IoT) en relación con el ODS 11 en Latinoamérica requiere un marco de políticas públicas que promueva su adopción segura,

eficiente y equitativa. A continuación, se proponen políticas públicas que podrían ser fundamentales para impulsar la integración de IoT en la región:

Infraestructura Digital: La inversión en una infraestructura de conectividad sólida es fundamental. En el ámbito del Internet de las Cosas (IoT), se recurre a diferentes tipos de redes, cuya elección se basa en las características específicas de cada aplicación. Estas características pueden englobar aspectos como el alcance, el ancho de banda, el consumo energético y la densidad de dispositivos conectados.

Dentro de las opciones de redes IoT empleadas, se destacan las PAN (*Redes de Área Personal*), que son redes de corto alcance. Entre estas, Bluetooth y BLE (*Bluetooth Low Energy*) son ideales para conexiones a corta distancia, como las que se requieren en dispositivos wearables y accesorios de salud. Especialmente, el BLE es reconocido por su notable eficiencia energética.

Zigbee es a menudo seleccionado para la automatización del hogar y sensores industriales debido a su capacidad para formar redes de malla. Por otro lado, Z-wave, si bien comparte similitudes con Zigbee, opera en frecuencias distintas y es frecuentemente utilizado en sistemas de hogar inteligente.

NFC (Near Field Communication): Adecuado para comunicaciones de cortísimo alcance, como en sistemas de pago.

Redes de Área Local (LAN): Wi-Fi: Predominante en dispositivos IoT domésticos y corporativos gracias a su alto ancho de banda y fácil conexión.

LoRa (Long Range): Facilita comunicaciones a distancias considerables, siendo una opción recurrente en proyectos como la agricultura inteligente.

Sigfox: Propone una estructura global única donde los dispositivos comparten datos a través de una red común.

Redes de Área Amplia (WAN):

4G/5G: Estas redes celulares son esenciales para dispositivos IoT que demandan alta movilidad o transferencias de datos rápidas, como vehículos autónomos.

Redes de Malla (Mesh Networks): En estos sistemas, cada nodo propaga la información, extendiendo la cobertura de la red. Tanto Zigbee como Z-wave son ejemplos de este tipo.

Redes por Satélite: Son soluciones para zonas alejadas donde otros tipos de conectividad no son viables o directamente inaccesibles.

Redes Cableadas: En entornos específicos, principalmente industriales, donde las soluciones inalámbricas no son adecuadas, se recurre a redes como Ethernet o incluso modbus para conectar dispositivos IoT.

La elección de la red idónea para un proyecto IoT depende en gran medida de diversos factores, entre los que se incluyen la proximidad entre dispositivos, la cantidad de datos a enviar, la autonomía energética esperada, entre otros aspectos relevantes.

Formación y Capacitación: Desarrollar programas de formación en tecnologías IoT para el sector público, empresas y la sociedad en general. Esto ayudará a crear un ecosistema de innovación y a cerrar la brecha digital. Hacer foco en el desarrollo de hardware/software y profundizar el conocimiento en el procesamiento de datos (Big Data). Estas formaciones y capacitaciones serían importantes incorporarlas en los planes de estudio de las escuelas primarias y secundarias a fin de que los estudiantes creen bases sólidas y conocimientos fortalecidos.

Normativas de Seguridad y Privacidad: Establecer estándares y regulaciones claras sobre la seguridad de los datos y la privacidad del usuario, garantizando que la información recopilada mediante dispositivos IoT sea segura y no sea utilizada indebidamente. Cada dispositivo IoT debe tener identificadores únicos y métodos de autenticación robustos. Todos los datos transmitidos entre dispositivos IoT y plataformas centralizadas deben estar cifrados para proteger contra el acceso no autorizado. Los datos almacenados en dispositivos IoT también deben cifrarse. Considerar la privacidad desde el inicio del diseño de un producto o solución, asegurando que solo se recopilen los datos

necesarios y que se protejan adecuadamente. Los usuarios finales deben tener control sobre los datos recopilados por los dispositivos IoT, incluyendo el acceso, la corrección y la opción de eliminar sus datos. Implementar soluciones de monitoreo para detectar comportamientos anómalos en dispositivos IoT. Realizar evaluaciones periódicas de riesgos y auditorías de seguridad para garantizar que los dispositivos y sistemas IoT se mantengan seguros y cumplan con las normativas aplicables.

La implementación de estas normativas y principios no solo ayuda a garantizar la seguridad y privacidad de las soluciones IoT, sino que también aumenta la confianza del usuario y del mercado en general hacia estos dispositivos y servicios. Es esencial que las organizaciones mantengan una postura proactiva y actualizada en cuanto a la seguridad y privacidad en IoT, dada la rápida evolución de esta tecnología y las amenazas asociadas.

Estándares Técnicos: Fomentar la adopción de estándares técnicos comunes para garantizar la interoperabilidad, seguridad y expansión efectiva entre diferentes dispositivos y plataformas de IoT. Trabajar con organizaciones internacionales como la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT), el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) y otros organismos que ya están trabajando en la estandarización de tecnologías de comunicación. Dada la rápida evolución de la tecnología, es fundamental revisar y actualizar periódicamente los estándares para mantener su relevancia y eficacia.

Incentivos Fiscales y Subsidios: Proporcionar incentivos fiscales y financiamientos para startups y empresas que desarrollen soluciones basadas en IoT dirigidas a abordar desafíos urbanos relacionados con el ODS 11.

Living Labs: Crear zonas en ciudades donde se puedan probar innovaciones basadas en IoT en un entorno real, permitiendo ajustar y mejorar las soluciones antes de una implementación más amplia.

Colaboración Público-Privada: Establecer alianzas entre el sector público y privado para desarrollar y financiar proyectos pilotos de IoT que contribuyan al ODS 11, en ciudades inteligentes, infraestructura, transporte y otros sectores, estos proyectos pueden

servir como estudios de caso y demostraciones para otras implementaciones. Las universidades y centros de investigación pueden colaborar con empresas privadas en programas de investigación y desarrollo. La inversión pública en esta infraestructura puede atraer a empresas privadas para desarrollar y desplegar soluciones IoT. Ambos sectores pueden colaborar en campañas de concienciación y promoción para educar al público sobre los beneficios y precauciones relacionadas con la IoT.

Concienciación y Difusión: Lanzar campañas de sensibilización sobre las ventajas y desafíos del IoT, promoviendo una comprensión clara entre la ciudadanía. Al aumentar la conciencia y el entendimiento, más consumidores y empresas podrían estar dispuestos a adoptar tecnologías IoT, impulsando su crecimiento y aplicabilidad en múltiples sectores. Las campañas pueden destacar beneficios concretos de la IoT, como ahorro de energía, mejora de la eficiencia, optimización de procesos, entre otros, incentivando así su adopción. Una parte esencial de cualquier campaña de IoT debe centrarse en la seguridad y privacidad. A medida que más personas comprendan y se interesen por la IoT, puede haber un impulso en la innovación y el desarrollo de nuevas soluciones y aplicaciones para problemas cotidianos. Las campañas pueden inspirar a desarrolladores, emprendedores y startups a explorar y crear soluciones basadas en IoT, fomentando un ecosistema tecnológico más robusto. Con un público más informado, los responsables de la toma de decisiones pueden recibir un mejor feedback y apoyo en la creación de políticas públicas relacionadas con IoT.

Inclusión Digital: Implementar programas que aseguren que las soluciones de IoT sean accesibles para todos, independientemente de su nivel socioeconómico, evitando la profundización de brechas digitales.

Es fundamental garantizar que todas las personas tengan acceso físico a dispositivos y conexiones a Internet de calidad y asequibles y además deben tener las habilidades necesarias para utilizarlas de manera efectiva. Es esencial enseñar prácticas seguras en línea para proteger la privacidad y la información personal. El acceso a información y recursos pueden ayudar a las personas a mejorar su calidad de vida. Para que la inclusión digital sea verdaderamente efectiva, es necesario abordarla de manera integral,

considerando tanto el acceso físico como las habilidades y el contenido. Por lo cual se requiere la colaboración de gobiernos, empresas, ONGs y comunidades.

Investigación y Desarrollo: Fomentar la investigación en universidades y centros de innovación sobre las aplicaciones de IoT en áreas urbanas, y cómo pueden contribuir al ODS 11.

Ofrecer programas de formación y talleres sobre IoT para profesores, investigadores y estudiantes. Integrar cursos y especializaciones sobre IoT en los currículos académicos de carreras afines. Organizar y/o patrocinar conferencias, seminarios y centrados en IoT para promover el intercambio de ideas y soluciones. Invitar a expertos y líderes de la industria de IoT a dar charlas y talleres en universidades. Establecer o colaborar con incubadoras y aceleradoras de tecnología que se enfoquen específicamente en proyectos de IoT. Proporcionar mentoría para proyectos emergentes en el ámbito del IoT. Fomentar la publicación de investigaciones en revistas y congresos de renombre en el campo de IoT.

Facilitar programas de intercambio con universidades y centros de investigación internacionales que sean líderes en IoT. Fomentar la colaboración internacional en proyectos conjuntos. Organizar competencias donde estudiantes e investigadores puedan desarrollar y presentar soluciones basadas en IoT a problemas reales.

Las universidades y centros de innovación tienen un papel fundamental en este proceso, generando conocimientos y soluciones que pueden transformar la sociedad.

Ley de Protección de datos en Latinoamérica: La protección de datos personales ha cobrado importancia en Latam, y varios países han implementado o actualizado sus legislaciones en esta área,

Argentina: En el 2000 entró en vigencia la Ley N° 25.326, que es la principal normativa y establece las bases para el tratamiento de datos personales. El 1 de agosto de 2023, la Cámara Argentina de Internet (CABASE), en conjunto con otras organizaciones, expresó su preocupación ante diputados y senadores nacionales acerca del proyecto de actualización de dicha ley. (Cabase, n.d.)

Actualmente continúan las discusiones sobre su actualización de la ley para adecuarla a estándares internacionales como el GDPR (*Reglamento General de Protección de Datos*) de la Unión Europea. (Cabase)

Brasil: En 2020, entró en vigencia la Ley N° 13.709, conocida como LGPD (Ley General de Protección de Datos). Esta ley establece normas detalladas para la recopilación, almacenamiento, tratamiento y compartimiento de datos personales, y afecta a todos los sectores de la economía, tanto públicos como privados.

Chile: En 1999, se promulgó la Ley N° 19.628, centrada en la protección de la vida privada. Hay propuestas en marcha para fortalecer las garantías y derechos de los titulares de datos, buscando alinear la legislación con estándares internacionales.

Colombia, la Ley N° 1581 de 2012, complementada por el Decreto 1377 en 2013, establece el marco regulatorio para la protección de datos personales.

Uruguay, en 2012, se promulgó la Ley N° 18.331 de Protección de Datos Personales y Habeas Data. Este derecho fundamental permite a cualquier individuo conocer, actualizar y rectificar la información recolectada sobre él en bases de datos o archivos. Gracias a su compromiso en este ámbito, Uruguay se ha establecido como uno de los líderes regionales. Es más, es uno de los pocos países en Latinoamérica que ha obtenido el estatus de "adecuación" de la Unión Europea, facilitando así el intercambio de datos personales entre ambas regiones. (Datos et al., n.d.).

Es primordial que las políticas públicas promuevan la inversión en tecnología, la formación, la colaboración y la equidad. La combinación adecuada de políticas permitirá a las ciudades de la región aprovechar al máximo los beneficios del IoT mientras se enfrentan a sus desafíos urbanos más apremiantes.

Bibliografía

Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe. (n.d.). Banco de datos regional para el seguimiento de los ODS. Retrieved [tu fecha de acceso], from https://agenda2030lac.org/estadisticas/banco-datos-regional-seguimiento-ods.html?lang=es&goal_id=11

Agrawal, A. P., Choudhary, A., & Kaur, A. (2020). An effective regression test case selection using hybrid whale optimization algorithm. *International Journal of Distributed Systems and Technologies*, 11(1), 53–67. <https://doi.org/10.4018/IJDST.2020010105>

Agrawal, A., & Lemos, M. C. (2007). A greener revolution in the making?: Environmental governance in the 21st century. *Environment: Science and Policy for Sustainable Development*, 49(5), 36-45.

Banco de datos regional para el seguimiento de los ODS en América Latina y el Caribe. (n.d.). Retrieved August 30, 2023, from <https://agenda2030lac.org/estadisticas/banco-datos-regional-seguimiento-ods.html?lang=es>

Bibiks, K., Hu, Y. F., Li, J. P., Pillai, P., & Smith, A. (2018). Improved discrete cuckoo search for the resource-constrained project scheduling problem. *Applied Soft Computing Journal*, 69, 493–503. <https://doi.org/10.1016/J.ASOC.2018.04.047>

Brundtland, I. (1987). Comisión de Medio Ambiente y Desarrollo. *Informe Brundtland*.

Cabase. (2023). Retrieved August 28, 2023, from <https://www.cabase.org.ar/>

Carmen Cañizares Ruiz, M., del Pozo, P. B., & Patiño, G. L. (2020). Industrial heritage in the context of the Sustainable Development Goals (SDGs) and territorial resilience: From theory to practice. *Anales de Geografía de La Universidad Complutense*, 40(2), 323–344. <https://doi.org/10.5209/AGUC.72977>

Cellular V2X: así conseguirá el 5G que los coches “hablen” entre sí. (n.d.). Retrieved August 20, 2023, from <https://blogthinkbig.com/cellular-v2x-asi-conseguira-el-5g-que-los-coches-hablen-entre-si>

Cheng, H., Xiong, N., & Yang, L. T. (2008). Distributed access scheduling algorithms in wireless mesh networks. *Proceedings - International Conference on Advanced Information Networking and Applications, AINA*, 509–516. <https://doi.org/10.1109/AINA.2008.29>

Cheng, H., Xiong, N., Huang, X., & Yang, L. T. (2013). An efficient scheduling model for broadcasting in wireless sensor networks. *Proceedings - IEEE 27th International Parallel and Distributed Processing Symposium Workshops and PhD Forum, IPDPSW 2013*, 1417–1422. <https://doi.org/10.1109/IPDPSW.2013.88>

Ciberseguridad de IoT: Reglamentos de la UE y EE. UU. (Actualizado). (n.d.). Retrieved August 12, 2023, from https://www-thalesgroup-com.translate.google.com/en/markets/digital-identity-and-security/iot/inspired/iot-regulations?_x_tr_sl=auto&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es-419

Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (2023, 1 de junio). La Agenda 2030 en América Latina y el Caribe está en camino de alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible para el año [Web page].

<https://www.cepal.org/es/notas/la-agenda-2030-america-latina-caribe-esta-camino-alcanzar-objetivos-desarrollo-sostenible-ano>

Comunicado Economías de América Latina y el Caribe crecerán 1,2% en 2023 en un contexto de crecientes incertidumbres | Comisión Económica para América Latina y el Caribe. (n.d.). Retrieved August 15, 2023, from <https://www.cepal.org/es/comunicados/economias-america-latina-caribe-creceran-12-2023-un-contexto-crecientes-incertidumbres>

Conocé quiénes somos | Agrofy. (n.d.). Retrieved August 5, 2023, from <https://www.agrofy.com.ar/quienes-somos>

Evans, D. (2011). The internet of things. How the Next Evolution of the Internet is Changing Everything, Whitepaper, Cisco Internet Business Solutions Group (IBSG), 1, 1-12.

Gobierno de Chile. (2023). Informe voluntario. Recuperado el [tu fecha de acceso], de https://www.chileagenda2030.gob.cl/recursos/1/documento/Informe_Voluntario_Cons-03_Junio2023.pdf

Grijpink, F., Kutcher, E., Menard, A., Ramaswamy, S., Schiavotto, D., Manyika, J., ... & Okan, E. (2020). Connected World. An evolution in connectivity beyond the 5G revolution/McKinsey Global Institute.

Gsma. (2022). *América Latina 2022 La Economía Móvil en Contenidos*. www.gsmainelligence.com

IoT en Transporte: Soluciones y aplicaciones | Digi International. (n.d.). Retrieved August 20, 2023, from <https://es.digi.com/blog/post/iot-solutions-for-transportation>

IoT para ciudades inteligentes: cómo ayuda a mejorar el transporte y la infraestructura. (n.d.). Retrieved August 20, 2023, from <https://ts2.space/es/iot-para-ciudades-inteligentes-como-ayuda-a-mejorar-el-transporte-y-la-infraestructura/>

IoT para la gestión inteligente de residuos: cómo ayuda a mejorar el reciclaje y la sostenibilidad. (n.d.). Retrieved August 20, 2023, from

<https://ts2.space/es/iot-para-la-gestion-inteligente-de-residuos-como-ayuda-a-mejorar-el-reciclaje-y-la-sostenibilidad/>

IoT Week América Latina y el Caribe 2022. Nuevas oportunidades de negocios en la región. 12 al 16 de Septiembre. 50 clases en español. | *Electroners*. (n.d.). Retrieved August 5, 2023, from <https://electroners.com/iotweek/>

Jain, R. (2016). Introduction to 5G. ResearchGate. Retrieved from https://scholar.google.es/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=Raj+Jain++5g&btnG=

Jordán Fuchs, R., Riffo Pérez, L., & Prado, A. (2017). Desarrollo sostenible, urbanización y desigualdad en América Latina y el Caribe: dinámicas y desafíos para el cambio estructural.

Laney, D. (2001). 3D Data Management: Controlling Data Volume, Velocity, and Variety. META Group Inc.

Logicalis. (2022). IoT Snapshot 2022. <https://imagine.la.logicalis.com/iot-snapshot-2022>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). Informe de gestión al Congreso https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/32841150/_informe_gestion_al_congreso_2012-libre.pdf

Reducción de las brechas de infraestructura urbana de América Latina | Foro Económico Mundial. Accessed September 1, 2023. <https://es.weforum.org/agenda/2018/06/reduccion-de-las-brechas-de-infraestructura-urbana-de-america-latina/>

Rose, D. (2014). *Enchanted objects: Design, human desire, and the Internet of Things*. Scribner.

Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution: what it means, how to respond. Retrieved July 12, 2017, from World Economic Forum: <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>.

Strous, L., & Cerf, V. G. (2019). Internet of Things. In *Information Processing in an Increasingly Connected World: First IFIP International Cross-Domain Conference, IFIPIoT 2018, Held at the 24th IFIP World Computer Congress, WCC 2018, Poznan, Poland, September 18-19, 2018, Revised Selected Papers* (p. 235). Springer Nature.

World Health Organization. (2023). *WHO ambient air quality database, 2022 update: status report*. World Health Organization.

Anexos

A. Lista de entrevistados

Como parte del trabajo de investigación se realizaron entrevistas a profesionales del sector de IOT - Consultores de nuevas tecnologías, expertos asesores en Inteligencia Artificial.

- **Nombre : *Edgardo Regatky***

Empresa : Pentagrowth Methodology Facilitator y Transformación Digital y Organizaciones -Innodriven

Cargo: Consultor Senior | Mentor | Innovación | Modelos de negocios disruptivos | GovTech

Breve reseña: Arquitecto - Universidad de Belgrano B.

- **Nombre : *Hernan Yervoni***

Empresa : RECIA

Cargo: Asesor en Inteligencia Artificial y Analítica de Datos en Innovación Pública

Breve reseña: Ingeniero

- **Nombre : *Martin Wessel***

Empresa : SAS - Principal Industry Consultant for Telcos - LATAM

Cargo: Especialista en Evolución de Negocios y Soluciones de Telecomunicaciones, Redes 5G, Transformación Digital e Internet de las Cosas

Breve reseña: Instituto Universitario Aeronáutico. Ingeniero de Sistemas. Máster en Gestión de Servicios de Tecnología, con perfil corporativo, fuertemente orientado a la tecnología y a su evolución, como base para el desarrollo de los negocios.

- **Nombre : *Patricio Carranza***

Empresa : Inmigrandi.

Cargo: Fundador y Director.

Breve reseña: Consultor en Tecnología, eLearning y Gestión de Calidad. Auditor Interno ISO 9001 (Georgia Institute of Technology). Analista de IoT (Internet of Things). Experto IoT en CE-Digital (eLAC 2020, CAF y GSMA). Diseñador de soluciones educativas de alto impacto. Especializado en el procesamiento de grandes volúmenes de datos para censos y encuestas en los organismos oficiales de estadística de Francia, Japón y Estados Unidos.

- **Nombre : *Guillermo Andres Musso Rodriguez***

Empresa : Telecom.

Cargo: Tech Solution Architect.

Breve reseña: UBA. Ingeniero Electrónico Telecomunicaciones y Control.

- **Nombre : *Matias Puente***

Empresa : SOyMA Consultora

Cargo: Fundador SOyMA Consultora

Breve reseña: Universidad de Flores. Lic. en Seguridad e higiene. Ingeniero ambiental, Profesor titular en la Universidad de Flores.

B. Set de preguntas para la entrevistas

1. ¿Cree que la tecnología IoT puede ayudar a que las ciudades sean más sostenibles e inclusivas?
2. ¿Qué barreras o desafíos presenta el despliegue de IoT en su país?
3. ¿Cuáles son los sectores donde IoT tiene mayores oportunidades en pos de lograr una ciudad sostenible a corto plazo?
4. ¿Cuáles son las innovaciones tecnológicas (IoT) que se implementaron en el último año en su país?

