



El futuro digital
es de todos

MinTIC

[OBSERVATORIO CT+i]

Informe de inteligencia global
INTERNET DE LAS COSAS (IoT)

CRÉDITOS EDITORIALES

Concepción y dirección general:

- Víctor Tamayo Bustamante

Dirección técnica:

- Óscar Eduardo Quintero Osorio

Coordinación equipo de vigilancia:

- Alvaro Agudelo Arredondo

Vigías:

- Santiago Quevedo Upegui
- Ana María Osorio
- Santiago Montoya Gallón
- Catalina Campo Herrera

Dirección de diseño y diagramación:

- Santiago Córdoba Vasco

Apoyo en diseño:

- Luisa Fernanda González
- Juan David Vargas Torres

Corrección de estilo:

- Carlos Mauricio Botero Rico

Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones - MINTIC:

Subdirección de Digitalización Sectorial

- Giovany Gómez Molina . Subdirector
- Hernando Sarmiento Guerrero. Especialista Temático
- Germán Ricardo Rodríguez. Especialista Temático

Subdirección de Comercio Electrónico

- Juliana Gómez Puentes . Especialista Temático



TABLA DE CONTENIDO

01 ELEMENTOS PRELIMINARES

Elementos preliminares

- 1.1. Introducción
- 1.2. Tecnologías priorizadas
- 1.3. Como se relacionan las tecnologías
- 1.4. Alcance del informe

02 TENDENCIAS TECNOLÓGICAS

Tendencias Tecnológicas En IoT

- 2.1. Ficha de la tecnología
- 2.2. ¿Qué es IoT?
- 2.3. Características fundamentales
- 2.4. Relevancia de la IoT
- 2.5. Focos de investigación y desarrollo
- 2.6. Generación de conocimiento y actividad patentable
- 2.7. Actores
- 2.8. Retos y desafíos
- 2.9. Atributos
- 2.10. Casos y ejemplos

03 TENDENCIAS DE MERCADO

Tendencias de mercado de la tecnología

- 3.1. Retos para la industria
- 3.2. Impacto de la tecnología
- 3.3. en el mercado
- 3.4. Casos y ejemplos
- 3.5. Principales actores
 - Los ODS como drivers de demanda de las tecnologías 4IR

04 TENDENCIAS DE REGULACIÓN

Tendencias De Regulación En IoT

- 4.1. Resumen
- 4.2. Marco normativo para la tecnología
- 4.3. Impacto de la normatividad en la tecnología
- 4.4. Barreras y desafíos en la regulación
- 4.5. Estrategias o iniciativas nacionales que apalancan la tecnología
- 4.6. Casos y ejemplos

05 ESPACIOS DE CONVERGENCIA

Espacios de convergencia

06 ANEXO I

Anexo II: Metodología de trabajo

- 6.1. Identificación de Tendencias y Macrotendencias
- 6.2. Metodología de selección de atributos
- 6.3. Listado de Atributos
- 6.4. Metodología para la identificación de documentos legales y normativos
- 6.5. Metodología de priorización de ODS

07 ANEXO II

Anexo II: Glosario

08 ANEXO III

Anexo III: Referencias Bibliográficas

PARA:



El futuro es de todos

MinTIC

Colombia
CENTRO PARA LA POLÍTICA INDUSTRIAL REVOLUCIÓN

OPERA:

ruta⁷¹
MEDELLÍN
CENTRO DE INNOVACIÓN Y TALENTO

VISA

01

ELEMENTOS
ELEMENTOS

PRELIMINARES
PRELIMINARES

1.1.INTRODUCCIÓN

La cuarta revolución industrial se ha constituido en el hito más relevante del siglo XXI, por sus efectos transformadores sobre la sociedad en su conjunto. Es una realidad que está cambiando los modelos de relacionamiento empresariales, de los gobiernos y de las personas de una manera profunda y exige de la comprensión de todos los aspectos que involucra, entre otros, el desarrollo de nuevas competencias y habilidades, tecnologías y sistemas, que permitan la adaptación al entorno competitivo que genera. Colombia, al igual que otros países en desarrollo, presenta un rezago en indicadores de productividad y competitividad. En la versión 2019 del Reporte Global de Competitividad, el cual enfatiza en el “rol de capital humano, la innovación, la resiliencia y la agilidad, no solo como habilitadores sino como características definitivas de éxito económico en la cuarta revolución industrial” (WEF, 2019a), Colombia presenta una brecha importante en indicadores como habilidades de las personas, la capacidad de innovación, la adopción de TIC y las instituciones. En este último indicador se identifican subíndices con puntajes notablemente bajos, como se observa en la siguiente tabla, como respuesta del Gobierno al Cambio, Corrupción, y Adaptabilidad del Marco legal a modelos de negocios digitales (WEF, 2019b).

Tabla 1 Índice Global de competitividad 2019 – Indicadores rezagados en Colombia. Adaptado de (WEF, 2019b)

INDICADOR	PUNTAJE
General	63/100
Habilidades	60/100
Capacidad de Innovación	36/100
Instituciones	49/100
Adopción de TIC	50/100

La adopción de nuevas tecnologías requiere de cambio de mentalidad y cultura frente a los riesgos y oportunidades que implican las inversiones en el desarrollo de nuevas tecnologías y nuevos negocios. Por ejemplo, un estudio publicado por Boston Consulting Group y MIT Sloan Management Review en octubre del 2019, muestra las diferentes percepciones a nivel global, comparadas con las de China, frente al riesgo estratégico que representa la Inteligencia Artificial, y a la oportunidad de generar nuevos ingresos y reducir costos para las empresas, tal como se puede observar en la siguiente figura. Resaltan los autores, como el 71% de los encuestados en China perciben mayor riesgo con la inteligencia artificial, pero el 65% de los pioneros en inversión identifican un impacto positivo en los ingresos al incorporar esta tecnología (Ransbotham, S.; Khodabandeh, S; Fehling, R.; LaFountain, B & Kiron, D., 2019).



(Riesgo estratégico y oportunidad incluye encuestados que están de acuerdo o totalmente de acuerdo en que la AI es tanto un riesgo estratégico como una oportunidad o un riesgo estratégico)

Figura 1 Percepción de riesgo y oportunidad de la inversión en inteligencia artificial. Adaptado de (Ransbotham, S.; Khodabandeh, S; Fehling, R.; LaFountain, B & Kiron, D., 2019).

El impacto en el ingreso de las compañías en los próximos años, debido a la incorporación de nuevas tecnologías, será cada vez más relevante. En el caso de Internet de las cosas (IoT por sus siglas en inglés), investigaciones realizadas por McKinsey & Company, estiman un crecimiento compuesto anual del 23 % hasta USD\$ 30.2 mil millones a nivel global, donde el IoT aportará el 48 % de este (McKinsey, 2019).

A nivel macroeconómico, es de esperarse que las tecnologías de la cuarta revolución industrial generen efectos positivos con respecto al PIB, y efectos negativos en empleos con tareas rutinarias codificables que requerirá del esfuerzo de los gobiernos para adaptarse a estos cambios y preparar a su población (Banco Mundial, 2019), (UNDP, & WEF., 2019). Las nuevas tecnologías generan oportunidades para el crecimiento económico, los modelos comerciales de economía circular, como la “extensión de la vida del producto” o el “producto como servicio” pueden ayudar a los fabricantes generar oportunidades económicas globales de más de USD 4.5 miles de millones anuales, aprovechando nuevas tecnologías y procesos 4IR (WEF, 2019a). Las nuevas tecnologías generan oportunidades para el crecimiento económico, los modelos comerciales de economía circular, como la “extensión de la vida del producto” o el “producto como servicio” pueden ayudar a los fabricantes generar oportunidades económicas globales de más de USD 4.5 miles de millones, aprovechando nuevas tecnologías y procesos 4IR (WEF, 2019a). Para el caso de IoT, se estima que el crecimiento global de dispositivos conectados alcanzará más de 75 mil millones a 2025, esto quiere decir que a esa fecha habrá casi 10 dispositivos IoT conectados por cada habitante en el planeta (Statista, 2019).

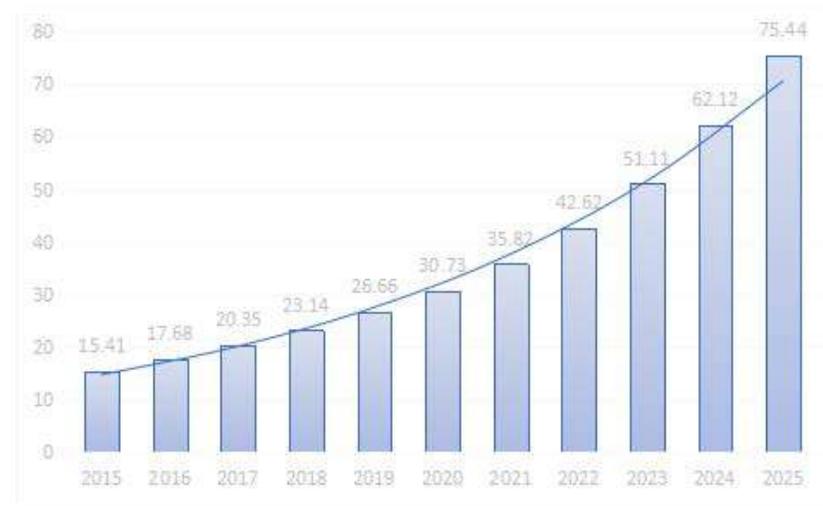


Figura 2 Crecimiento de los dispositivos conectados a nivel mundial. Adaptado de datos Statista (2019)

De manera similar, el mercado global para este tipo de dispositivos tendrá un impacto de más de USD 1.5 millones de millones como contribución al PIB global (Statista, 2019).

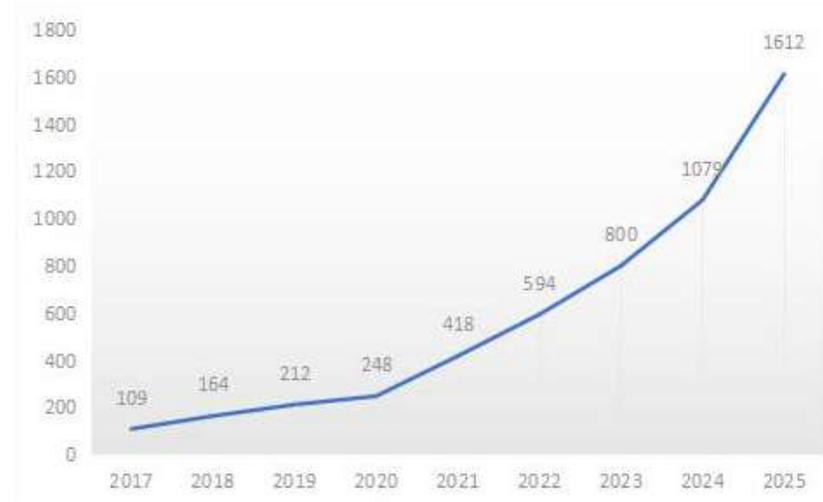


Figura 3 mercado mundial de IoT en USD miles de millones. Adaptado de Statista (2019)

El gran desafío es lograr desarrollar completamente el potencial impacto que las tecnologías de la cuarta revolución industrial generarán en la productividad, y adicionalmente aprovechar las oportunidades de crear nuevos empleos, prestar servicios públicos eficaces, generar nuevos sectores y nuevas tareas (Banco Mundial, 2019). Serán por lo tanto los resultados de adopción de estas tecnologías en los diferentes países los que den la razón, o no, sobre los temores existentes, por ejemplo, frente a la destrucción de empleos en la industria. En el caso de América Latina, estarían en alto riesgo hasta el 75 % de los trabajadores, como son los casos de Guatemala y El Salvador (BID, 2018).

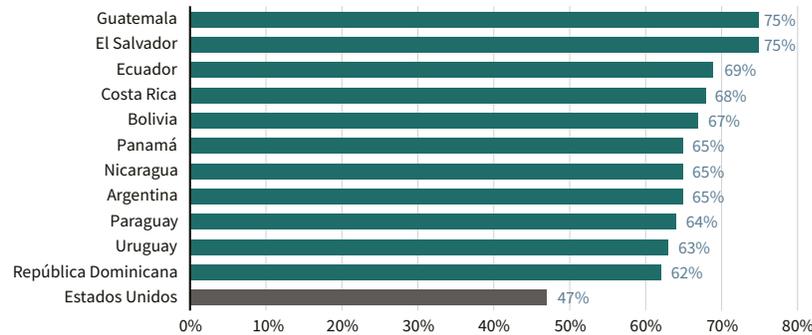


Figura 4 Porcentaje de trabajadores que se encuentran en ocupaciones con alto riesgo de automatización. Adaptado de (BID, 2018).

Por otra parte, El incremento en la utilización de las tecnologías 4IR contribuirá a un alza en los requerimientos de personal especializado en este sector, generando una demanda de empleos que podría llegar a 46 millones de trabajadores especializados en 2030, de los que cerca de 25 millones serían empleos directos en sectores tecnológicos avanzados y los 21 millones restantes corresponderían a empleos indirectos, todo esto gracias a la automatización. Estos serán una mezcla de trabajadores altamente calificados, como ingenieros de software e ingenieros eléctricos, así como trabajadores de habilidades medianas, incluidos desarrolladores

web y técnicos electrónicos (Mckinsey, 2017c).

Históricamente, la incorporación de nuevas tecnologías transforma los tipos de empleo y los países en donde se generan, pero permanece la tendencia creciente de la fuerza laboral total gracias a estos cambios.

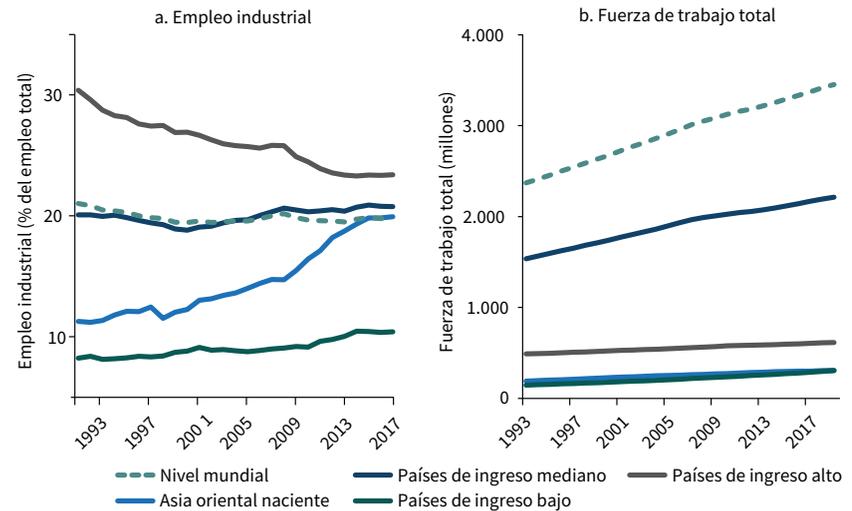


Figura 5 Cambio en el número de puestos de trabajo en la industria. Adaptado de (Banco Mundial, 2019):

Además, de acuerdo con información del Banco Mundial, en los países de ingresos más altos, aunque el empleo industrial disminuye, la proporción de ingresos tributarios de los países aumenta, con lo cual se genera una posibilidad fiscal para la generación de estrategias que prevengan y reduzcan los impactos negativos. Algunas de estas estrategias pueden ser (Banco Mundial, 2019):

- Invertir en Capital Humano para desarrollar capacidades cognitivas de orden superior.
- Mejorar la protección social mediante reformas laborales y seguridad social.

- Generar espacio fiscal para financiar el desarrollo de capital humano y la protección social con recursos públicos.

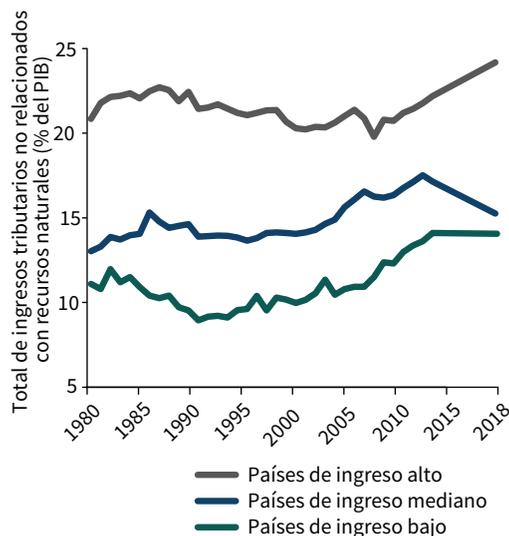


Figura 6 Diferencias entre ingresos tributarios de países de alto, mediano y bajo nivel de ingresos. Adaptado de: (Banco Mundial, 2019).

Teniendo en cuenta lo anteriormente enunciado, sin ser exhaustivo en el campo, se puede evidenciar la dimensión de la cuarta revolución industrial y su impacto en la sociedad, por ello, profundizar en los diferentes aspectos que constituyen las tecnologías 4IR es condición fundamental para tomar el máximo beneficio de la transformación que traen con ellas y reducir los impactos negativos que de ellas puedan desprenderse.

1.2. TECNOLOGÍAS PRIORIZADAS

El C4IR propende por el desarrollo de proyectos para el desarrollo de políticas relacionadas con las tecnologías de la cuarta revolución industrial, dentro de los cuales, para la vigencia 2019, Colombia eligió

trabajar en las siguientes temáticas:



Inteligencia Artificial (IA) y capacidad de aprendizaje de las máquinas: Incorporación de robots al interior de hogares, negocios, manejando autos, cuidando jóvenes y ancianos, entre otras prácticas. A través de la generación de marcos políticos y protocolos de gobernanza se espera alcanzar: primero, la optimización de la responsabilidad, la transparencia, la privacidad, la imparcialidad en pro de incrementar la confianza; y segundo, la garantía de beneficios sociales, reduciendo los riesgos que con la transformación tecnológica puedan generarse.



Internet de las cosas (IoT) y dispositivos conectados: Contempla el incremento que los aparatos tecnológicos conectados a la red. Ante tal panorama apremia otorgar más importancia y urgencia al trato de la propiedad y seguridad de datos, la seguridad cibernética y la privacidad. Para el año 2020 se espera que los dispositivos electrónicos superen los 20 mil millones.



Blockchain- Flujos de trabajo, “tecnología que permite el almacenamiento y transferencia de información de manera descentralizada y segura”. Las áreas del proyecto incluyen: identidad digital, integración de la cadena de suministro, propiedad de datos y sistemas monetarios. De ello resulta la reducción de la corrupción, el aumento de confianza, la potencialización de otros sectores como medios de comunicación y transporte marítimo.

A través del desarrollo de proyectos puntuales asociados a este portafolio de tecnologías, el Centro busca promover la adopción de tecnologías maximizando los beneficios que se pueden extraer de ellas a la vez que se minimizan los riesgos a través de la elaboración de marcos de política pública.

1.3. COMO SE RELACIONAN LAS TECNOLOGÍAS

Las nuevas tecnologías comparten características únicas en su tipo, capacidades y promesas de mejora en todas las esferas del conocimiento, pero entre estas características se puede contar que su capacidad para generar impacto crece en la medida que interactúan entre sí, aprovechando el potencial que generan los datos como insumo principal para las tres tecnologías. Estas se suman para agregar valor y de esta forma cambiar los entornos en los que se aplican.

Ciclo de agregación de valor desde la información

Tomando como ejemplo el “information value loop” de Deloitte (2016a), se puede apreciar como los elementos antes mencionados se conjugan desde el punto de vista de la información para generar un círculo virtuoso de agregación de valor.

De esta forma, mediante el uso de sensores se GENERA información sobre un evento físico o estado, el cual, mediante redes y protocolos especializados, es COMUNICADO desde el origen de los datos a otro lugar donde la información es CONSOLIDADA con información proveniente de otros dispositivos con funciones que pueden ser iguales o diversas. Dependiendo de la información sensada, estos bloques de información, que pueden incluso ser considerados como BigData, son ANALIZADOS utilizando técnicas de inteligencia aumentada o AI, para discernir patrones o relaciones respecto a un fenómeno específico, lo que permitirá describir, predecir o prescribir acciones o comportamientos. Este último elemento, la ACCIÓN, implica iniciar, mantener o cambiar un evento físico o estado, lo que llevará a un nuevo ciclo de sensado donde se GENERAN nuevos datos o información.

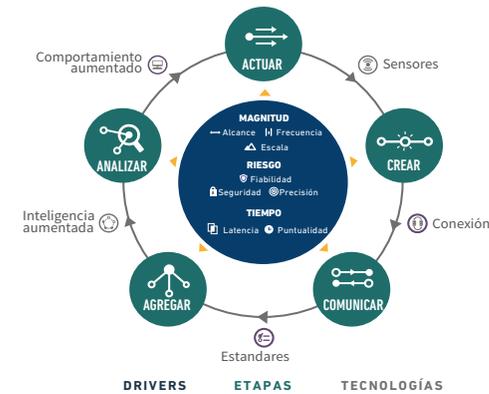


Figura 7 Ciclo de agregación de valor desde la información, fuente Deloitte Insights (Holdowsky et al, 2019)

Todo lo anterior pensado para cubrir requerimientos de uso, o drivers de valor, relacionados con las magnitudes o elementos a sensor, riesgo asociados a la toma, análisis y acción sobre los datos, y tiempos de interacción con la información.

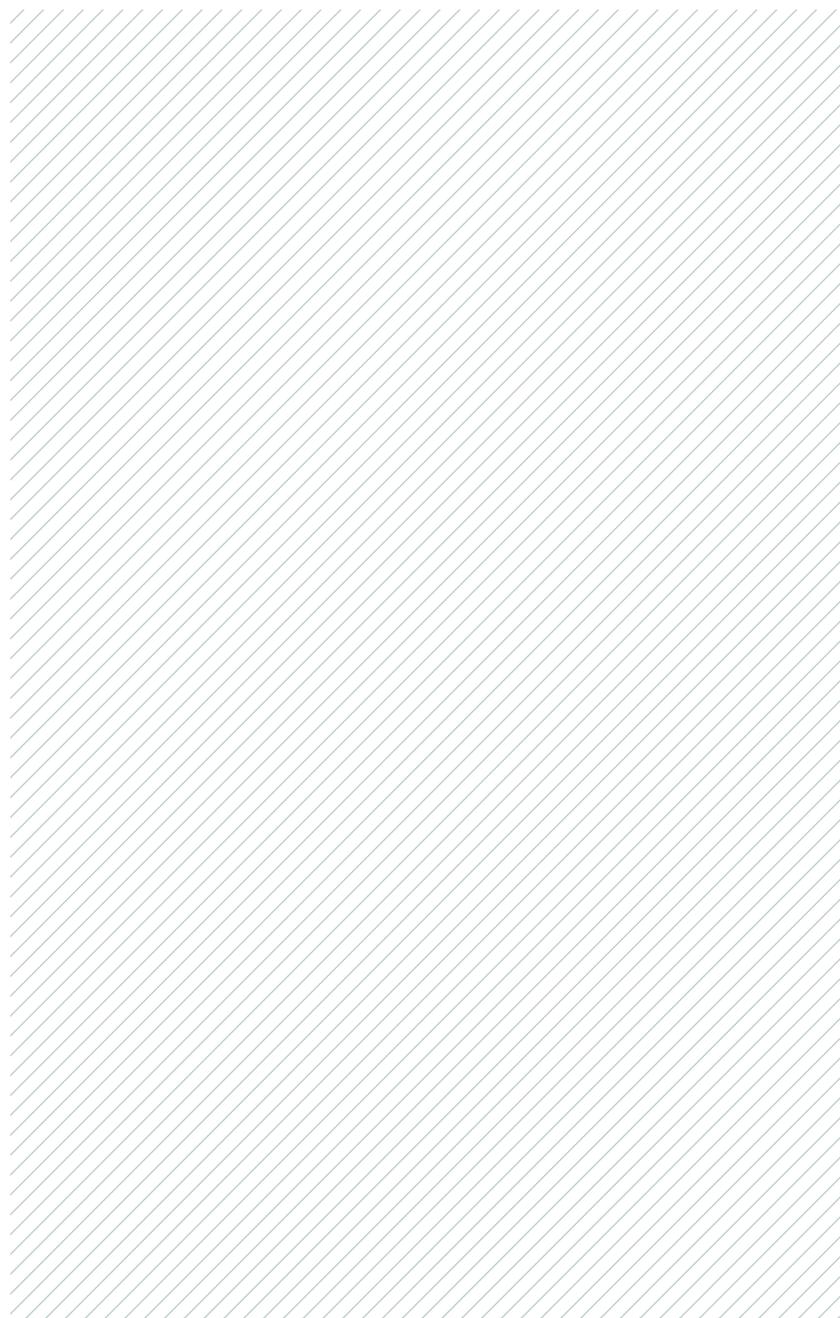
1.4. ALCANCE DEL INFORME

El presente documento hace parte de una serie de 3 informes relacionados con cada una de las tecnologías anteriormente mencionadas y que han contado con apoyo financiero y técnico por parte del Ministerio de la Información y las Telecomunicaciones -MINTIC; para este, serán desarrollados los temas referentes a la tecnología Internet de las Cosas (IoT).

Este documento ha sido construido con el propósito de presentar los principales elementos tecnológicos, de mercado y normativos que están relacionados con las tecnologías priorizadas por el Centro para la Cuarta Revolución Industrial -C4IR, que tiene su sede en Medellín, Colombia. Se presentan elementos que permitirán dimensionar problemáticas

tecnológicas y sociales relevantes para el contexto regional, así como cambios en los hábitos de consumo, de aplicación y de negocio en un marco global. Se identifican los elementos principales de la tendencia: los retos que representa, sus implicaciones o impactos, tanto en el mercado (sociedad) como en la economía. Finalmente, se relacionan con la tendencia de mercado y los actores más relevantes actualmente en cuanto a la generación de soluciones prácticas para la sociedad.

Por otra parte, aborda los retos globales desde la perspectiva de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que representan la intención global de cambio y mejora en las condiciones sociales reinantes. Así, se presenta como un elemento direccionador de políticas públicas y esfuerzos hacia la solución de necesidades mundiales.z



02

TECN

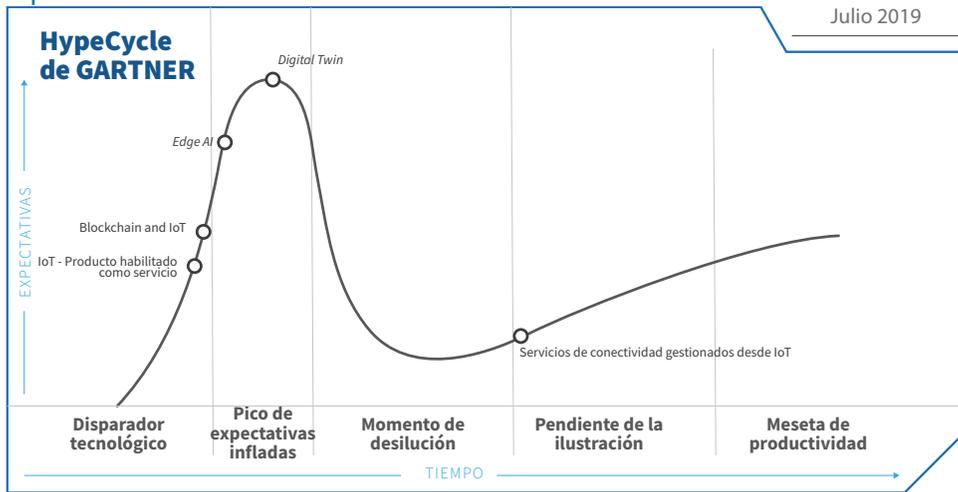
TENDENCIAS

TECNOLÓGICAS



INTERNET DE LAS COSAS

Se refiere a la integración de softwares avanzados, sensores económicamente rentables y redes especializadas, que permiten a los objetos interactuar digitalmente. Esta tecnología implica la conexión de máquinas, instalaciones, flotas, grupos de dispositivos dispersos, redes e incluso personas, con sensores y controladores de diversos tipos. Este ecosistema de datos alimenta sistemas para el análisis avanzado y la creación de algoritmos predictivos, automatizando y mejorando el mantenimiento y la operación de máquinas y sistemas completos de cualquier entorno, e inclusive para mejorar la salud humana. (Deloitte, 2018b)



Aplicaciones actuales de la tecnología en el mercado:

- Servicios relacionados con vehículos, conductores y la seguridad de los pasajeros, como por ejemplo con notificaciones automáticas ante eventos de choque, que alertan a los equipos de emergencias cuando ha ocurrido un accidente; permitiendo la comunicación del vehículo con otros vehículos (V2V) y con la infraestructura que le rodea (V2I).
- Desarrollo de productos y servicios más inteligentes; añadir visibilidad en el área de compras; reducir el tiempo de llegada a mercados de los productos y soluciones.
- Monitoreo de la salud del motor de la aeronave y optimizar el rendimiento del motor basados en los datos recogidos de los sensores (Deloitte, 2018b)

Aplicaciones futuras de la tecnología en el mercado:

- Recopilación y transmisión de datos de los vehículos a los fabricantes originales (OEMs), y aseguradoras, que podrán desarrollar nuevas ofertas de negocios a partir de una mejor información y en base a ello tomar mejores decisiones.
- Gestión de costos de material, precio del producto, y las fluctuaciones de la demanda mediante el análisis de BigData, lo que permitirá una conexión inteligente integrada a los activos y operaciones y, eventualmente, a un entorno de producción autónoma.
- Mejora de las operaciones aeroportuarias en tierra mediante el uso de sensores, para gestionar proactivamente las operaciones, basados en los conocimientos recopilados del aeropuerto en su totalidad (Deloitte, 2018b)

Desafíos potenciales de la tecnología en el mercado:

1. Frustrar las amenazas externas de pirateo de sistemas de control industrial en centrales nucleares, autos conectados, dispositivos médicos, u otras aplicaciones críticas, es vital para asegurar activos esenciales y salvaguardar vidas humanas.
2. Determinar los casos de uso de la tecnología, desarrollar modelos de negocio, justificar las inversiones iniciales y demostrar el retorno de la inversión, son retos para los fabricantes que apliquen proyectos con Internet de las Cosas (IoT).
3. La existencia de productos habilitados para la tecnología que no ofrecen suficientes beneficios tangibles en relación con el coste de la inversión, lo que podría frenar la adopción por parte del cliente. (Deloitte, 2018b).

Atributos



Ubicuidad



Eficacia



Confiabilidad



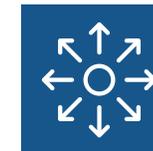
Integridad



Eficiencia



Sentido de presencia



Versatilidad



Interoperabilidad

2.1. ¿QUÉ ES IOT?

El Internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés) es una red de objetos físicos (dispositivos, vehículos, electrodomésticos, etc.), que integran sensores, software, conectividad de red y cierta capacidad informática, permitiendo recopilar, intercambiar y actuar sobre los datos, generalmente sin intervención humana (PWC, 2017a).

Desde una perspectiva técnica, IoT puede concebirse como una infraestructura global al servicio de la sociedad de la información, que permite ofrecer servicios avanzados mediante la interconexión de objetos (físicos y virtuales), gracias a la interoperabilidad de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), presentes y futuras. Aprovechando las capacidades de identificación, adquisición de datos, procesamiento y comunicación, IoT utiliza plenamente los “objetos” para ofrecer servicios a todo tipo de aplicaciones, garantizando a su vez el cumplimiento de los requisitos de seguridad y privacidad. IoT integra tecnologías avanzadas, como las relacionadas con la comunicación máquina a máquina (M2M), las redes autónomas, la minería de datos y la toma de decisiones, la protección de la seguridad y la privacidad y la computación en la nube, así como tecnologías avanzadas de detección y accionamiento (ITU, 2012).

En este caso, IoT añade la dimensión “comunicación con cualquier objeto” a las otras dos dimensiones (comunicación en todo INSTANTE y en cualquier LUGAR) con que ya contaban las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), para de esta forma apoyar el concepto de ubicuidad de la tecnología (ITU, 2012), tal como se evidencia en la siguiente figura:

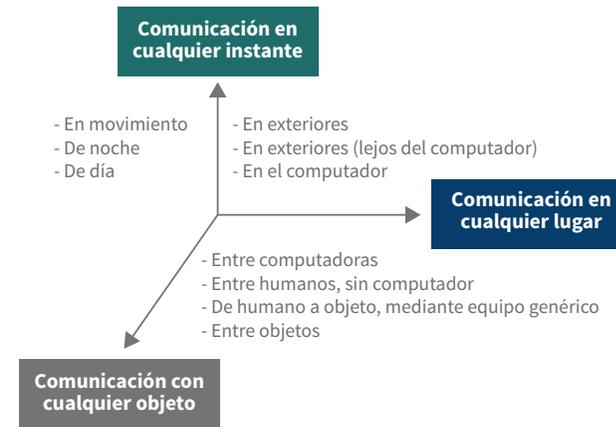


Figura 8 Ubicuidad, la nueva dimensión que introduce Internet de las Cosas. Fuente (ITU, 2012)

En el contexto de IoT, las “cosas” son objetos del mundo físico (objetos físicos) o del mundo virtual (de la información), los cuales pueden identificarse e integrarse en redes de comunicación y contienen información conexas que puede ser estática y dinámica.

Los objetos físicos existen en el mundo físico y es posible detectarlos, actuar sobre ellos y conectarlos, como por ejemplo los robots industriales, los bienes tangibles y los equipos eléctricos. Los objetos virtuales, por su parte, existen en el mundo de la información y se pueden almacenar, procesar y acceder a ellos, como, por ejemplo, el contenido multimedia y las aplicaciones de software. Un objeto físico puede estar representado en el mundo de la información por uno o varios objetos virtuales (correspondencia), sin embargo, el objeto virtual puede existir sin tener asociado ningún objeto físico.

Por su parte, un dispositivo es un equipo con capacidades obligatorias de comunicación y capacidades opcionales de detección, accionamiento,

adquisición, almacenamiento y procesamiento de datos. Los dispositivos recaban diversos tipos de información y la suministran a redes de comunicaciones para su ulterior procesamiento. Algunos dispositivos también ejecutan operaciones en función de la información recibida a través de las redes a las que están conectadas.

Las aplicaciones IoT son de diversos tipos, por ejemplo, sistemas de transporte inteligente, red de suministro eléctrico, ciberseguridad y hogares inteligentes, entre otros. Pueden basarse en plataformas protegidas de software, pero también en plataformas de servicios/aplicaciones comunes que ofrecen capacidades genéricas, tales como autenticación, gestión de dispositivos, tasación y contabilidad.

El requisito mínimo que han de cumplir los dispositivos IoT es que dispongan de capacidades de comunicación para, de esta forma y haciendo uso de una red de comunicaciones, transferir los datos adquiridos a otros dispositivos y aplicaciones y que estas impartan instrucciones a los dispositivos, todo esto de forma fiable, eficiente y de manera transversal al tipo de infraestructura que utilicen.

Para efectos de su clasificación, la (ITU, 2012) cataloga los dispositivos IoT en las categorías que se describe a continuación:

- **Dispositivo de transporte de datos:** Dispositivo anexo a un objeto físico para conectar indirectamente el objeto físico con las redes de comunicación.
- **Dispositivo de adquisición de datos:** Dispositivo de lectura/escritura con capacidad para interactuar con objetos físicos. La interacción puede suceder indirectamente a través de dispositivos de transporte de datos o directamente a través de dispositivos de transporte de datos

unidos a objetos físicos. En el primer caso, el dispositivo de adquisición de datos lee la información sobre el dispositivo de transporte de datos, también pueden escribir información que suministran las redes de comunicación sobre el dispositivo de transporte de datos.

- **Dispositivo de detección y accionamiento:** Detecta o mide información de su entorno y la convierte en señales electrónicas. También puede convertir señales electrónicas procedentes de las redes de comunicación en operaciones. Por lo general, los dispositivos de detección y accionamiento forman redes locales que se comunican entre sí utilizando tecnologías de comunicación alámbricas o inalámbricas y utilizan pasarelas para conectarse con las redes de comunicación.
- **Dispositivo genérico:** Dispositivo que cuenta con capacidades de procesamiento y comunicación y puede comunicarse a una red mediante tecnologías alámbricas e inalámbricas, dentro de las cuales se encuentran equipos y aplicaciones de diverso rango, como por ejemplo máquinas industriales, electrodomésticos y teléfonos inteligentes.

2.2. CARACTERÍSTICAS FUNDAMENTALES

La tecnología IoT tiene formas de representación, dependiendo de los sistemas y herramientas que se integren y del propósito que se tenga con la aplicación, pero en general es posible diferenciar un sistema IoT de otros sistemas de captura de datos a partir de características esenciales de función y operación. Según la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU, 2012), las características fundamentales de la tecnología IoT son:

- **Interconectividad:** En el contexto de IoT, los dispositivos que integran al sistema están interconectados (de manera directa o indirecta) con la infraestructura mundial de la información y la comunicación.
- **Servicios relacionados con los objetos:** IoT debe suministrar servicios relacionados con los objetos conectados, dentro de las restricciones propias de estos, como la protección de la privacidad y coherencia semántica entre los objetos físicos y sus correspondientes objetos virtuales.
- **Heterogeneidad:** Los dispositivos en IoT son heterogéneos, dado que se basan en diferentes plataformas, hardware y redes, sin embargo, esto no impide que los dispositivos puedan interactuar entre sí o con plataformas de servicios a través de diferentes redes.
- **Cambios dinámicos:** El estado de los dispositivos varía dinámicamente, por ejemplo, del modo reposo al activo, conectado o desconectado, así como el contexto del dispositivo, referido a la ubicación y velocidad. Además, el número de dispositivos y su arquitectura puede cambiar dinámicamente.
- **Escalabilidad:** El número de dispositivos u objetos que ha de gestionarse y que se comunican entre sí puede ser incluso un orden de magnitud mayor que el número de personas en el mundo. El nivel de comunicación e interconexión que requerirán estos dispositivos será muchísimo mayor que el generado por las comunicaciones entre humanos. Esto implica, a su vez, un elevado número de datos a obtener, guardar, analizar y gestionar en una escala nunca vista.

Teniendo en cuenta lo anterior, los elementos/componentes fundamentales de IoT se pueden condensar en tres categorías básicas sustentadas en sus

relaciones de conectividad (Vyas, Bhatt, & Jha, 2016), estas son:

- Hardware
 - Software o elementos intermedios (Middleware)
 - Sistemas de visualización para el usuario final
- El hardware se compone de varios tipos de sensores, actuadores, dispositivos integrados y otros dispositivos de comunicación. El middleware se compone de varias herramientas utilizadas para el almacenamiento bajo demanda de los datos recopilados por estos dispositivos sensores y que son procesados por dispositivos integrados y otras herramientas informáticas destinadas al análisis de datos. Y, por último, los sistemas de visualización para el usuario final constan de varias herramientas que facilitan la visualización e interpretación de datos a las que se puede acceder desde varias plataformas diferentes, lo que ayuda al usuario final a realizar un seguimiento de múltiples eventos a partir de los datos recopilados por los sensores de hardware.

Requisitos de alto nivel

Para que esta tecnología opere correctamente es necesario que se cumpla una serie de requisitos de alto nivel (ITU, 2012), entre ellos:

- **Conectividad basada en la identificación:** Es necesario procesar de manera unificada identificadores heterogéneos para que se establezca una conectividad entre objetos, basados en arreglos de identificación.
- **Compatibilidad:** Es indispensable garantizar la compatibilidad entre sistemas heterogéneos y distribuidos para lograr el suministro y

consumo de diversos tipos de información y servicios.

- **Redes automáticas:** Es necesario que las funciones de control de red de IoT soporten las redes automáticas (en particular técnicas y mecanismos de autogestión, autoconfiguración, auto restablecimiento, auto optimización y autoprotección), con el fin de adaptarse a los diferentes dominios de aplicación, como también a diferentes contextos de comunicación, tamaños de “población” IoT y tipos de dispositivos.
 - **Configuración automática de servicios:** Es preciso poder configurar los servicios a partir de los datos que se adquieren de los objetos, los cuales son comunicados y procesados automáticamente con arreglo según las reglas configuradas por los operadores o personalizadas por los clientes. Los servicios automáticos dependen de las técnicas de fusión y minería automática de datos.
 - **Capacidades basadas en la ubicación:** IoT debe soportar capacidades basadas en la ubicación, es decir, que las comunicaciones y servicios relacionados con objetos dependen de la información sobre la ubicación de los objetos y/o los usuarios, por lo tanto, se debe poder fijar y detectar automáticamente la información sobre la ubicación. Las comunicaciones y servicios basados en la ubicación pueden estar limitados por leyes y reglamentos y deben cumplir los requisitos de seguridad.
 - **Seguridad:** En IoT, todo ‘objeto’ está conectado, lo que conlleva considerables amenazas de seguridad, en aspectos como la confidencialidad, autenticidad e integridad de datos y servicios. Un ejemplo esencial de los requisitos de seguridad es la necesidad de integrar diferentes técnicas y políticas de aseguramiento para la
- diversidad de dispositivos y redes de usuario en IoT.
 - **Protección de la privacidad:** Los datos detectados de los objetos pueden contener información privada acerca de sus propietarios o usuarios, por ello, el IoT tiene que garantizar su privacidad durante la transmisión, combinación, almacenamiento, minería y procesamiento de datos. La protección de la privacidad no debe ser un obstáculo para la autenticación de las fuentes de datos.
 - **Servicios relacionados con el cuerpo humano, con calidad y seguridad elevadas:** Los servicios relacionados con el cuerpo humano se refieren a los que se prestan mediante la adquisición, comunicación y procesamiento de datos relativos a las características estáticas del cuerpo y su comportamiento dinámico, por ejemplo, los wearables o equipos biomédicos. IoT debe dar soporte a estos servicios, reconociendo que cada país aplica leyes y reglamentos diferentes.
 - **Autoconfiguración (plug and play):** IoT debe soportar la autoconfiguración que permite generar, componer o adquirir sobre la marcha configuraciones semánticas para la integración paulatina y la cooperación de los objetos interconectados con aplicaciones.
 - **Capacidad de administración:** IoT debe soportar la capacidad de administración para garantizar el funcionamiento normal de la red. Las aplicaciones IoT suelen trabajar automáticamente sin la intervención humana, pero el proceso global de funcionamiento deben poderlo gestionar las partes interesadas.

Relación con AI y Blockchain

Teniendo en cuenta las características de la tecnología IoT, y desde el punto de vista del Ciclo de Valor de la Información (Deloitte, 2015), donde se pueden evidenciar los diferentes estados de agregación de valor en un sistema IoT dado, es posible encontrar cuales elementos aportan las nuevas tecnologías a este tipo de sistemas, en los cuales hay un refuerzo desde la transformación de los datos en información, y, más allá, en la agregación de valor al sistema.

El ciclo de creación de valor es presentado en el siguiente gráfico donde se demuestra la forma en que la información pasa por diferentes etapas, cada una habilitada por tecnologías específicas, pero con intencionalidades claras.

El inicio de este ciclo se da con las actividades cotidianas que generan datos, tales como actividades comerciales, de negocios o medioambientales, los cuales son capturados por sensores (conectados a dispositivos IoT) que obtienen información como resultado final. Dicha información se comunica a través de diversos tipos de redes que usan protocolos y estándares específicos de transmisión y tecnologías de consolidación, también de aseguramiento de calidad y pertinencia, relacionándose estrechamente con el Blockchain. Esta información luego se agrega y se analiza con herramientas de Inteligencia Artificial, o Inteligencia Aumentada, lo que conduce a la comprensión de las variables y su interacción. Todo esto puede habilitar la acción automatizada o dar forma a las decisiones humanas a través de actuadores, generando el comportamiento aumentado, concepto que hace referencia a la capacidad del sistema IoT de intervenir en su ambiente y conducir a operaciones mejoradas y más competitivas, cuyos resultados serán identificados por la misma red de sensores para confirmar el nuevo estado del proceso, completando así el ciclo.

La información recopilada por la Internet de las cosas permite a las empresas crear y capturar nuevo valor al proporcionar información para optimizar las acciones. Las acciones modificadas, a su vez, dan lugar a nueva información, iniciando el ciclo de nuevo. Los impulsores de valor determinan cuánto valor se crea; su relevancia e importancia dependen del caso de uso específico.

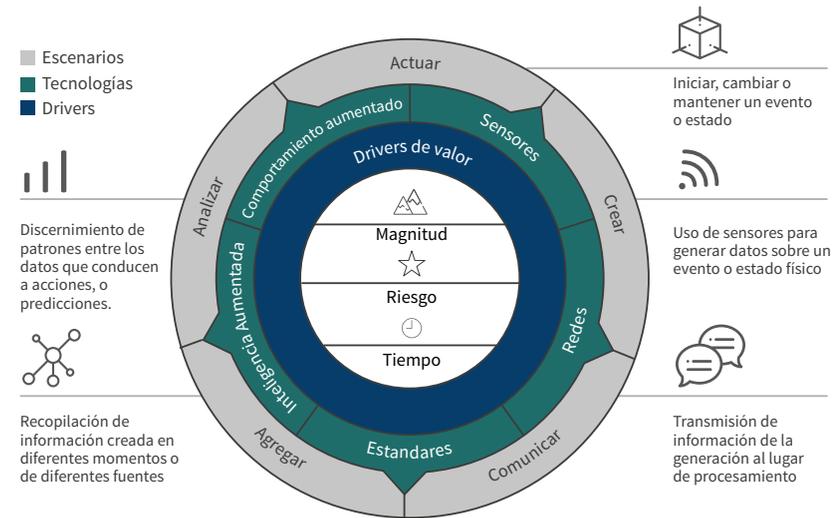


Figura 9 Ciclo de valor de la información desde el IoT. Fuente Deloitte Consulting LLP (Deloitte, 2015)

2.3.RELEVANCIA DEL IOT

Recientemente, el IoT ha recibido una enorme atención, generando una expectativa mayor a las posibilidades que ofrece la tecnología para crear valor en el mundo real (McKinsey Global Institute, 2016b). Ya en 2010 se contaba con unos 12.500 millones de dispositivos en red, entre dispositivos sensores y dispositivos fijos y móviles (como PCs, laptops, teléfonos inteligentes y otros); teniendo en cuenta la tendencia de crecimiento de los últimos años, se estima que para el año 2025 ese número habrá aumentado a más de 50 mil millones. Muchos de estos dispositivos son usados continuamente, recopilando de manera automática toda clase de información sobre las actividades propias de los usuarios o su entorno. De esta forma, el crecimiento exponencial de dispositivos conectados

es un componente importante para el desarrollo de la IoT gracias a la posibilidad de capturar datos, donde se suma el crecimiento exponencial en la capacidad de análisis y computo, y las capacidades que ofrecen las nuevas tecnologías para la conectividad (con un incremento creciente en el ancho de banda disponible), como también la reducción en los costos de fabricación. Todo lo anterior lleva a presentar un panorama bastante favorable para el crecimiento de IoT (McKinsey Global Institute, 2019b).

El siguiente gráfico relaciona las cifras de crecimiento expuestas en el párrafo anterior, mostrando que los dispositivos conectados a la red serán, para 2025, seis veces más grandes que la población mundial estimada para el momento.

Un número creciente de dispositivos conectados en red...

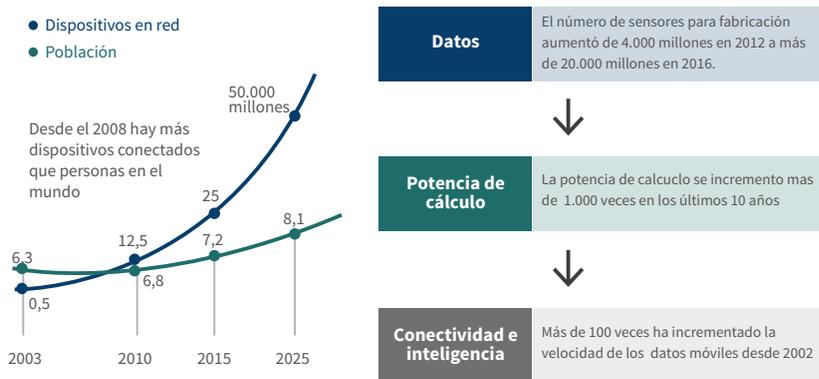


Figura 10 Crecimiento de los dispositivos IoT y habilitadores de crecimiento asociados. fuente (McKinsey & Company, 2019)

De esta forma, las expectativas de crecimiento de la tecnología son positivas, pues se estima que el impacto económico de las aplicaciones de IoT podría llegar a entre USD\$ 3.9 mil millones y USD\$ 11.1 mil millones

por año a 2025 (McKinsey Global Institute, 2016b). Estas estimaciones consideran el impacto real de la tecnología, el cual dependerá de una serie de factores, incluida la disminución de los costos de la tecnología y el nivel de aceptación por parte de los consumidores. Es así como se construyen proyecciones a partir de nueve configuraciones o tipos de aplicación iniciales (otras aplicaciones o sectores podrían incluso aumentar todavía más el total de valor generado). De estos, se estima que el mayor impacto potencial por el uso de IoT estaría en el sector industrial, con hasta USD\$ 3.7 millones de millones por año. El siguiente componente más grande en términos de impacto potencial será en las ciudades, donde las aplicaciones de IoT tienen el potencial de tener un impacto de hasta USD\$ 1.7 millones de millones para el año en 2025 (McKinsey Global Institute, 2016b). La siguiente gráfica presenta una relación en torno los hallazgos de McKinsey:

Ajustes	Tamaño en 2025 \$ mil millones, ajustados a los dólares de 2015	Principales aplicaciones
Humano	170-1,590	Monitoreo y manejo de la enfermedad, mejorando el bienestar
Casa	200-350	Seguridad y protección en la gestión de la energía, automatización de tareas, diseño de electrodomésticos basado en el uso.
Ventas al por menor	410-1,160	Pago automatizado, optimización del diseño, CRM inteligente, promociones personalizadas en la tienda, prevención de pérdidas de inventario.
Oficinas	70-150	Rediseño organizacional y monitoreo de trabajadores, realidad aumentada para capacitación, monitoreo de energía, seguridad en edificios.
Fábricas	1210-3,700	Optimización de operaciones, mantenimiento predictivo, optimización de inventarios, salud y seguridad
Sitios de trabajo	160-930	Optimización de operaciones, mantenimiento de equipos, salud y seguridad.
Vehículos	210-740	Mantenimiento basado en la condición, seguro reducido
Ciudades	930-1,660	Seguridad y salud pública, control de tráfico, gestión de recursos
Rutas	560-850	Rutas logísticas, coches y camiones autónomos, navegación

Figura 11 Impacto potencial económico de IoT a 2025, fuente (McKinsey, 2016)

Este escenario y expectativas son complementadas por diversos análisis, de los cuales cabe desatacar el realizado por la firma consultora Ernst & Young (2019) que predice que el mercado de IoT a 2025 superará USD\$ 1.1 millones de millones, correspondiendo cerca del 70 % directamente al desarrollo de dispositivos, plataformas, aplicaciones y servicios, el 28 % será para capital humano por cuenta de servicios profesionales y cerca de USD\$ 50 mil millones por servicios de conectividad y redes, tal como se puede observar en la siguiente ilustración:

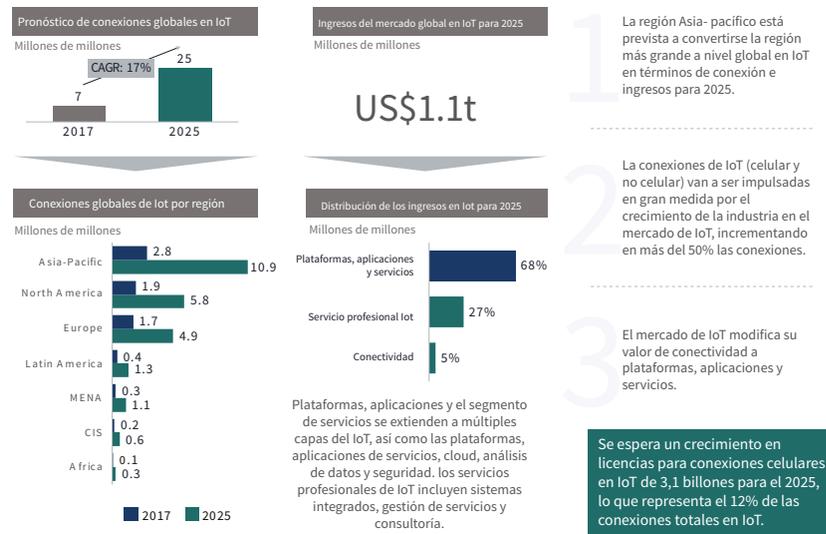


Figura 12 Crecimiento exponencial del ecosistema IoT. Fuente (Ernst & Young, 2019)

2.5. IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA

El IoT ocupa un lugar prominente en cuanto a las formas como se pueden transformar los negocios y las industrias, ya que permite la integración entre lo físico y lo digital, la información en tiempo real y la acción a

distancia.

Estos elementos deben conjugarse con la estrategia empresarial para que, de esta forma, sea posible lograr impactar de manera contundente la transformación industrial. Es así como el IoT permite generar beneficios en diversas industrias mediante (IDC, 2019):

- **Generación de eficiencias operacionales:** Mediante la optimización de procesos y la analítica, los dispositivos IoT aprovecharán las potencialidades de la data para lograr más eficiencia en los procesos y operaciones. Esto incluye la analítica predictiva para conocer el estado de dispositivos sin necesidad de parar las operaciones, la respuesta en tiempo real en procesos dispersos geográficamente, etc.
- **Mejoras en la productividad:** Gracias a la capacidad de los dispositivos IoT de capturar grandes cantidades de información ambiental y de procesos, es posible analizar grandes paquetes de data para conocer mejor el estado real de los dispositivos y, de esta forma, adoptar acciones tendientes al mejoramiento de la productividad, esto, sumado a la generación de eficiencias operacionales, permite optimizar la cadena de producción y con ello mejorar la productividad.
- **Reducción de costos:** Al implementar sistemas IoT, las empresas e industrias tienen un mayor control sobre insumos, procesos y cadenas de suministro, lo que permite la generación de ahorros al reducir redundancias y predecir de una manera más efectiva cómo será la operación.
- **Satisfacción del usuario:** La virtual omnipresencia del IoT permite llegar desde la cadena productiva hasta el usuario final, generando mayores niveles de satisfacción al capturar de una manera más

eficiente las necesidades del cliente, procesarlas y adoptarlas de la manera más eficiente en la cadena logística y de producción.

- **Retorno sobre la Inversión (ROI):** Pese a que instalar una infraestructura IoT en un sistema empresarial puede tener costo inicial elevado, al impactar de manera positiva en los anteriores elementos la tecnología permite obtener un retorno sobre la inversión que resultará atractivo a las industrias, pero esto dependerá específicamente de las aplicaciones que se asocien con la tecnología y la forma como sean aprovechados los datos generados.

En la siguiente gráfica se contemplan los elementos clave descritos anteriormente, lo que permite identificar un amplio panorama de aplicaciones e implicaciones para la tecnología, revelando su importancia por el impacto que genera en la modificación de tareas y procesos cotidianos en diversos campos de la realidad.

Tabla 2 Apreciación sobre los elementos clave al integrar un sistema IoT, fuente (IDC, 2019).

En todo el mundo	Eficacias operativas	Ganancias por productividad	Ahorro de costo	Satisfacción del cliente	Retorno de la inversión
Finanzas, seguros	Satisfacción del cliente	Ahorro de costos	Eficiencia operativa	Mejoras de seguridad	Aumento de la productividad
Gobierno	Satisfacción del cliente	Eficiencia operativa	Retorno de la inversión	Aumento de la productividad	Ahorro de costos
Salud	Ahorro de costos	Eficiencia operativa	Retorno de la inversión	Aumento de la productividad	Satisfacción del cliente

Fabricación	Eficiencia operativa	Aumento de la productividad	Ahorro de costos	Retorno de la inversión	Mejoras de seguridad
Venta al por menor	Eficiencia operativa	Satisfacción del cliente	Ahorro de costos	Retorno de la inversión	Mejoras de seguridad
Servicios públicos/energía	Eficiencia operativa	Aumento de la productividad	Ahorro de costos	Mejoras de seguridad	Retorno de la inversión

2.6.FOCOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Es necesario tener en cuenta que los componentes de la tecnología IoT están en diferentes niveles de madurez, por lo que es esperable que su desarrollo se dé a ritmos diferentes, a pesar de que reconozca que su crecimiento se esté dando de forma exponencial. Desde el punto de vista de los dispositivos y los tipos de redes que alimentan, se pueden evidenciar las siguientes tendencias de crecimiento (McKinsey Global Institute, 2019b).

- **Redes de IoT de área extendidas:** son aquellas que se extienden sobre grandes áreas geográficas y conectan elementos que generan un bajo volumen de datos. Se espera que este tipo de redes IoT se beneficie ampliamente del despliegue de la tecnología 5G, que permitirá aumentar rápidamente el ancho de banda y mejorar el rendimiento de la red con una cobertura suficiente para las necesidades extendidas.
- **Redes de IoT de corto alcance:** Cubren pequeñas áreas. Se encuentran principalmente en aplicaciones para industria 4.0 y hogares inteligentes. Se proyecta que estas redes crezcan a un ritmo

de 20 % de 2016 a 2022.

- **Smartphones:** En la actualidad se consideran un producto maduro con un crecimiento del 3 % al año hasta el 2022, sin embargo, el advenimiento de la conectividad 5G podría elevar estas tasas de crecimiento por la demanda de nuevos equipos.
- **Ordenadores personales y tabletas:** Corresponde a otra categoría madura en la cual se espera un crecimiento anual casi nulo. Aunque las tabletas todavía tienen cierta aceptación, los ordenadores, en contraposición, están decayendo como categoría de desarrollo, especializándose en los elementos de borde en las redes IoT para la recopilación y construcción de bloques de información.
- **Aplicaciones en negocios:** El mercado de funcionalidades orientadas al cliente o a los dispositivos que utilizan información para agregar valor está en auge, con un alto potencial de mercado y de crecimiento en la penetración en el mismo, sin embargo, todavía se encuentra en un estado de madurez tecnológica bajo.

Las empresas de muchos sectores valoran las soluciones de IoT que reducen el tiempo de inactividad de las máquinas al posibilitar su mantenimiento predictivo, además de aquellas que brindan una mejor visibilidad de la cadena de suministro y eliminan los cuellos de botella. Todavía no existe una aplicación óptima o universal basada en IoT que preste estos servicios, pero se espera que surja en los próximos años a medida que avanza la tecnología de conectividad y se reúsen los precios de los dispositivos. Eso podría aumentar tanto el volumen como el valor de IoT (McKinsey Global Institute, 2017b). Lo anterior se puede apreciar en la siguiente figura:

Tabla 3 Potenciales casos de uso de IoT por sector. Fuente McKinsey Global Institute, 2017b

Sector	Casos de uso potencial	Ancho de banda	Rango	Fiabilidad	Capacidad
Automotriz	Actualizaciones en el aire, mantenimiento predictivo	Bajo	Medio largo	Alto	Bajo
Fabricación	Optimización de operaciones, mantenimiento predictivo	Bajo	Corto Medio	Alto	Bajo
Defensa	Gestión de activos, supervisión remota	Medio	Largo	Alto	Medio
Agricultura	Optimización del rendimiento, gestión de activos	Bajo	Corto	Alto	Bajo
Minería	Mantenimiento y operaciones proactivas	Bajo	Medio largo	Alto	Bajo Medio
Construcción	Mantenimiento preventivo, operaciones opcionales	Bajo	Corto	Medio	Bajo
Petróleo y gas	Optimización de la producción de mantenimiento previo	Bajo	Medio largo	Alto	Bajo Medio
Seguros	Montaje de pacientes, gestión de activos	Bajo	Largo	Medio	Bajo
Cuidado de la salud	Monitoreo remoto, seguridad	Bajo	Corto Medio	Medio	Bajo
Ciudades	Control de tráfico, seguridad	Bajo	Medio largo	Alto	Bajo Medio
Servicios públicos	Gestión de activos, supervisión remota, gestión de energía	Bajo	Largo	Alto	Bajo
Transporte y logística	Predecir el mantenimiento, optimización logística, automatización	Medio	Largo	Alto	Bajo
Consumidor	Optimización de la productividad, personalización. energía, monitorización	Medio	Corto	Medio	Bajo

- **Plataformas habilitadoras:** Los dispositivos habilitadores encargados de la obtención, transmisión y procesamiento de datos, como también los sistemas de visualización, generación de insights, reportes y manejo de eventos complejos, son una fuente notable

de crecimiento y valor. La facilidad de implementación de estas plataformas ayudará a mejorar el rendimiento financiero a través de los costos, los ingresos y la eficiencia operativa, especialmente para las empresas del mercado medio (McKinsey Global Institute, 2019b), dado que tienen un mercado más reducido debido, precisamente, a la capacidad instalada y a la madurez de la tecnología, sin embargo, las nuevas tecnologías como 5G podrán habilitar un crecimiento mayor al promedio.

Al contemplar opciones para la conectividad de IoT, los generadores de soluciones deberán elegir entre cuatro categorías: comunicaciones en ancho de banda libre, baja potencia y área amplia (LPWA), celular y satelital. Cada caso de uso de IoT presenta requisitos únicos de ancho de banda, rango y otras características de conectividad. Las opciones de LPWA también son difíciles de evaluar porque todavía están en las primeras etapas de implementación y su real potencial y sus brechas no serán evidentes hasta que se implementen a mayor escala (McKinsey Global Institute, 2017b).

- **Conectividad:** Consiste en la transmisión de datos entre dispositivos a través de la conectividad con diferentes tipos de redes. Los desarrollos en este frente tienen una baja oportunidad de mercado y una menor tasa de crecimiento debido a la alta madurez de este tipo de sistemas y a su campo de aplicación.

Las soluciones de conectividad del IoT se dividen en cuatro categorías con un solapamiento significativo de las especificaciones, tal y como se expone en la siguiente gráfica que se explica en el párrafo posterior:

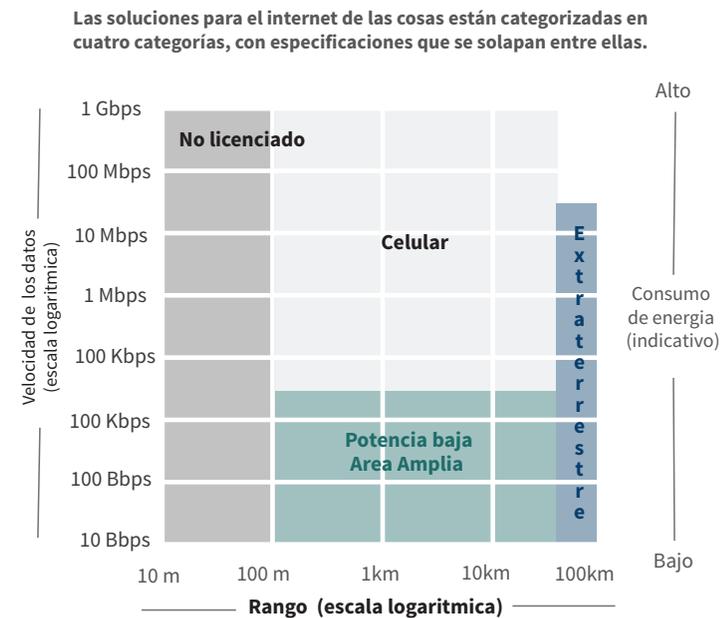


Figura 13 Soluciones internet de las cosas. Adaptado de: (Alsen et al., 2017)

- **Conectividad en bandas no licenciadas:** Estas soluciones no otorgan a persona alguna el derecho de usar el espectro de forma exclusiva y excluyente, por lo tanto, el público en general puede usar dichas bandas de frecuencia para comunicar dispositivos IoT, sin embargo, el hecho de que el uso sea libre, aunque es económico, generalmente se traduce también en bajo rango de cobertura y congestión por sobrecarga de usuarios simultáneos.
- **Conectividad de baja potencia y área amplia:** Estas soluciones están marcadas por dos rasgos esenciales:
- **Baja potencia:** Permiten que los dispositivos funcionen durante años, suponiendo que recopilen y analicen datos con una baja frecuencia

relativa y, además, teniendo en cuenta la descarga por funcionamiento natural y la degradación de la batería.

- **Área Amplia:** Permiten un amplio rango de cobertura desde el dispositivo de puerta de enlace hasta el punto final, pudiendo cubrir hasta algunos cientos de kilómetros de distancia. La cobertura es más baja en entornos de implementación desafiantes, como ubicaciones urbanas o subterráneas.
- **Conectividad celular:** La actual tecnología 4G LTE ofrece un gran ancho de banda de hasta 100 megabytes por segundo y un amplio rango de más de diez kilómetros. Pero, al ser tecnología privativa, sus costes pueden hacer inviable una aplicación IoT. Se espera que la tecnología 5G pueda aumentar los rangos de cobertura y capacidad de transmisión al mismo tiempo que reduce los costes de acceso a la tecnología.
- **Conectividad extraterrestre:** Esta opción de conectividad incluye satélites y otras tecnologías de microondas. Las partes interesadas de IoT generalmente lo usan solo cuando las opciones celulares y de otros tipos de conexión no son factibles, ya que tiene los costos más altos (McKinsey Global Institute, 2017b).
- **Computación en la nube:** Corresponde al procesamiento o almacenamiento de datos en tiempo real y fácilmente accesible desde cualquier lugar del mundo. También puede hacerse uso de procesos de computación en la niebla o computación de frontera, lo que implica la utilización de dispositivos intermedios de procesamiento de información. Este esquema, de forma similar al anterior, tiene un tamaño de mercado menor y se espera un crecimiento no tan acelerado, debido también a la madurez de las tecnologías y a la

naturaleza de estas.

La mayoría de las soluciones de IoT requieren ahora una combinación de computación en la nube y en el borde. En comparación con las soluciones solo en la nube, aquellas que combinadas incorporan este tipo de herramienta tecnológica podrán aumentar la escalabilidad y mejorar el acceso a la información para que se puedan tomar decisiones mejores y más rápidas, así como incrementar la agilidad de las empresas (McKinsey Global Institute, 2019b).

Tecnologías desarrolladoras del IoT

Desde el punto de vista de los elementos constitutivos de la tecnología IoT, las siguientes se conforman como tecnologías que permitirán a estos sistemas crecer y masificarse (Vyas, Bhatt, & Jha, 2016):

Redes de sensores inalámbricos (Wireless Sensor Network -WSN): Son dispositivos miniatura de baja potencia y con sistemas habilitados para la comunicación inalámbrica. Los datos recopilados por varios nodos sensores se envían a sistemas distribuidos o sistemas centralizados (según la necesidad) para su posterior procesamiento y análisis, apoyando diversos procesos de automatización y toma de decisiones.

Sistema de direccionamiento de red IoT: Para que IoT se implemente con éxito es importante centrarse en la identificación única de las cosas conectadas. Mediante la identificación única de dispositivos es posible conectarse de forma remota a varios dispositivos a través de Internet, para esto cada elemento que se encuentra conectado, y los que se van a conectar, deben diferenciarse claramente por su identificador, ubicación y funcionalidades únicas. Los datos generados se recopilan en diversas ubicaciones geográficas, por lo que canalizar eficientemente esos datos

a través de la red es un ingrediente clave para la implementación y el funcionamiento exitosos de una aplicación basada en IoT. La escalabilidad del esquema de direccionamiento de los dispositivos debe ser sostenible. La adición de redes y dispositivos no debe obstaculizar el rendimiento de la red, el funcionamiento de los dispositivos ni la confiabilidad de los datos a través de la red o el uso efectivo de los dispositivos desde la interfaz de usuario.

Sistemas de almacenamiento y procesamiento de datos: Una de las características fundamentales de IoT es la capacidad de capturar y proveer grandes cantidades de datos. Por lo tanto, administrar de manera efectiva los datos recopilados y decidir sobre dónde y por cuánto tiempo se van a almacenar es un tema vital. Los centros de datos deben garantizar la confiabilidad y el uso eficiente de los datos almacenados, asegurando la disponibilidad para tareas de monitoreo y para permitir la toma de decisiones a partir de la información. La inteligencia artificial y los algoritmos computacionales pueden apoyar al cumplimiento de estos requisitos. Se incorporarán técnicas eficientes de análisis de datos para extraer información útil de los datos brutos recopilados por los dispositivos sensores.

Sistemas de visualización de datos: Para permitir que un usuario interactúe de manera efectiva con el sistema basado en IoT, es necesario incorporar técnicas de visualización de datos que aseguren la eficiencia y efectividad de la interpretación de la información presentada. La extracción de información significativa de los datos en bruto no es trivial y menos en esquemas de grandes cantidades de datos, dado que esto abarca, tanto la detección de eventos, como la visualización de los datos sin procesar y los modelos asociados a estos.



Figura 14 Radar de aproximación de las principales tecnologías emergentes en IoT. Adaptado de IoT Analytics (2019)

IoT Analytics (2019), en su radar de tecnologías emergentes, enfatiza en que aquellas que soportan IoT a menudo tardan más de una década en posicionarse como emergentes, pasando de aparecer en el horizonte lejano a ser calificadas como maduras y ampliamente adoptadas. La computación en la nube, por ejemplo, tardó aproximadamente 12 años hasta ser considerada como fundamental para la implementación de IoT (Nota: AWS se lanzó por primera vez en 2006). La investigación sobre 5G

se inició en 2012 y era considerada una tecnología lejana de ser tomada como tecnología emergente, hasta 2019, cuando esta se ubica en la posición “Surgiendo” y se espera que su desarrollo la ubique como una de las principales tecnologías que apalancará las aplicaciones de IoT en el período 2024-2025. Sin embargo, se debe tener en cuenta que algunas tecnologías maduran más rápido que otras.

2.7.GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO

Y ACTIVIDAD PATENTABLE

En este apartado, se muestra la manera en que se viene desarrollando la actividad científica y tecnológica desde el punto de vista de publicaciones y patentes, lo que permitirá identificar qué es lo que está pasando respecto a las tecnologías, quiénes son sus principales exponentes y quiénes están desarrollando la mayor cantidad de aplicaciones relacionadas. Las búsquedas se realizaron teniendo en cuenta un periodo de tiempo de 20 años, de forma que se tomaron solo las publicaciones realizadas entre 1998 y 2018, puesto previo al rango indicado el número de publicaciones anuales en la temática era muy bajo, en comparación con las generadas en los últimos años. En aras de obtener datos consolidados se obviaron los resultados de 2019 y 2020.

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos:

Publicaciones científicas

En la búsqueda realizada en la plataforma LENS respecto a IoT, se identificaron más de 55 mil resultados, entre artículos científicos, actas y artículos de congresos y libros. Lo que permitió generar las siguientes gráficas:

Tal como se puede ver en la Figura 58, en cuanto a las publicaciones por país, se identificaron los 10 países más activos en generación de contenidos IoT en los últimos 20 años, estos son China, Estados Unidos, India, Reunión Unido, Corea, Italia, Alemania, Francia, Japón y Taiwan, países OECD, salvo China y el estado independiente de Taiwan. Es interesante también apreciar el crecimiento en publicaciones anualizado de Estados Unidos, acercándose cada vez más al número de publicaciones generadas por China, que, aunque ha tenido un crecimiento anualizado más lento, inicio fuertemente su actividad creativa los primeros 5 años de esta última década, aportando en el marco temporal 2010 a 2015 más de la mitad de todas las publicaciones mundiales. De manera similar ha de notarse el crecimiento apreciado de India, que se consolida como una tercera potencia de producción científica.



Figura 15 Producción científica por país entre los años 1998 y 2018. Fuente elaboración propia con datos de LENS

Teniendo en cuenta la actividad productiva de conocimiento a nivel global, y contrastándolo con los principales campos de estudio abordados, se

encuentra que IoT está siendo abordado principalmente desde los campos de las Ciencias de la computación, Internet de las cosas (campo creado específicamente para este tipo de conocimiento), Redes computacionales, Seguridad computacional y Computación distribuida. Donde, como se puede apreciar en las tres iniciales representan más de la mitad de las publicaciones científicas de IoT.

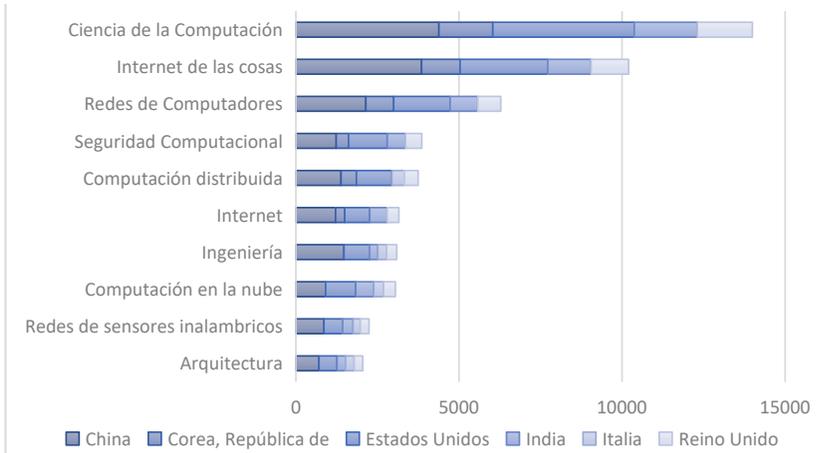


Figura 16 Producción científica por campo del conocimiento. Fuente elaboración propia con datos de LENS

Patentes

IoT compete tecnologías, métodos y aplicaciones que han sido aplicadas desde hace muchos años, incluso desde el nacimiento de las redes de datos, pero, como en el caso de la AI, y muy a consecuencia de la importante relación que tiene con esta tecnología, con un alto crecimiento en la última década. Utilizando datos de la plataforma LENS, la cual arrojo como resultado, para los últimos 20 años, más de 32 mil solicitudes de patentes relacionadas con IoT, de las cuales más de 3000 han sido otorgadas

oficialmente. Tal como se puede observar en la siguiente figura, solo en los años más recientes se observa un crecimiento sostenido en el número de patentes solicitadas relacionadas con IOT y dispositivos inteligentes y conectados, especialmente desde el año 2011, lo cual coincide con el momento de auge de publicaciones científicas sobre el tema, que inició su crecimiento precisamente en el 2010.

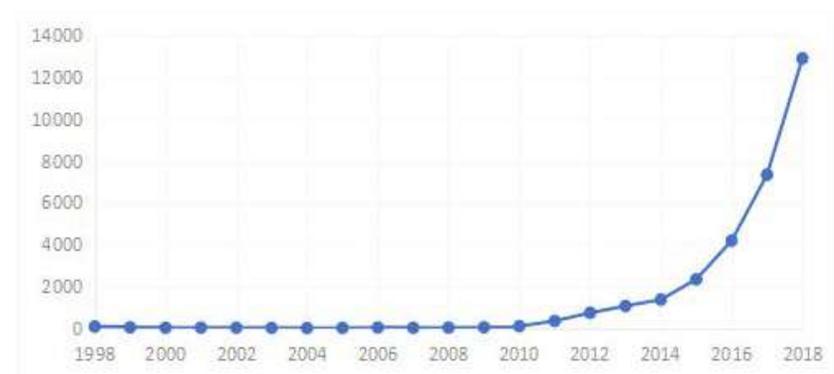


Figura 17 Actividad patentaria en IoT, Fuente elaboración propia con datos de LENS.

China lidera las geografías de protección con mayor actividad patentable, seguida por Estados Unidos y aquellas que han ingresado al Tratado de Cooperación en materia de Patentes - PCT (WO). Es importante notar como Corea se ha posicionado como tercera geografía en número de patentes cubiertas para IoT, lo que, nuevamente contrastado con la gráfica de producción intelectual presentada al inicio, es resultado de la apuesta tecnológica de este país.



Figura 18 Registros de patentes por geografía de protección. Fuente elaboración propia con resultados de LENS (los tamaños son representativos, no son directamente proporcionales al número de solicitudes).

Lo anterior se puede evidenciar mucho mejor en la siguiente gráfica, donde se puede apreciar mejor la relación entre solicitudes por geografía de protección, siendo China el líder indiscutible al manejar el 65 % de las solicitudes de patentamiento. Por su parte, en el resto de geografías aún son incipientes las solicitudes de patentamiento relacionadas con IoT, lo que muestra un interés localizado en proteger los conocimientos relacionados con la tecnología.

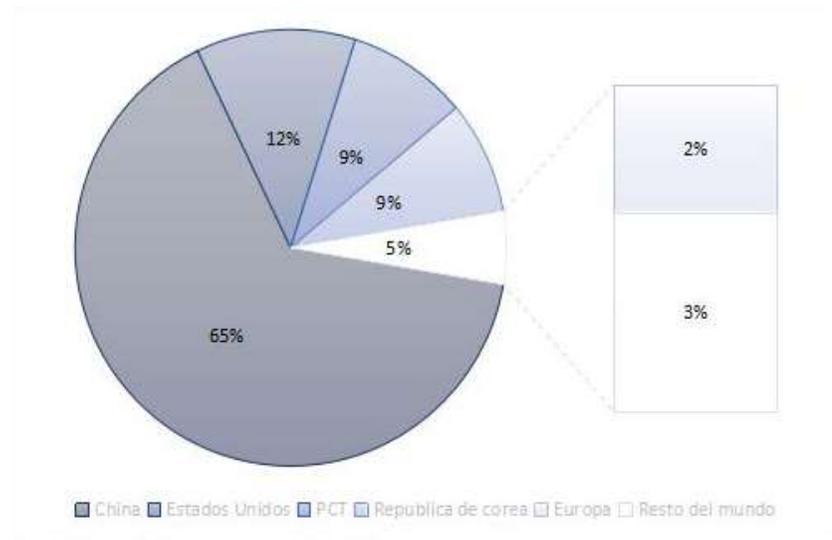


Figura 19 Principales oficinas de patentes con solicitudes IoT. Fuente elaboración propia con resultados de LENS

Por su parte, según el análisis de Clasificación Internacional de Patentes (IPC) principales de las patentes otorgadas hasta el presente año en temas de Internet de las cosas, se puede entender claramente la línea de conocimiento principal de esta tecnología, categorizándose bajo el código H04L29/08, que cubre el 40 % de las solicitudes, tal como se puede apreciar en la siguiente gráfica.

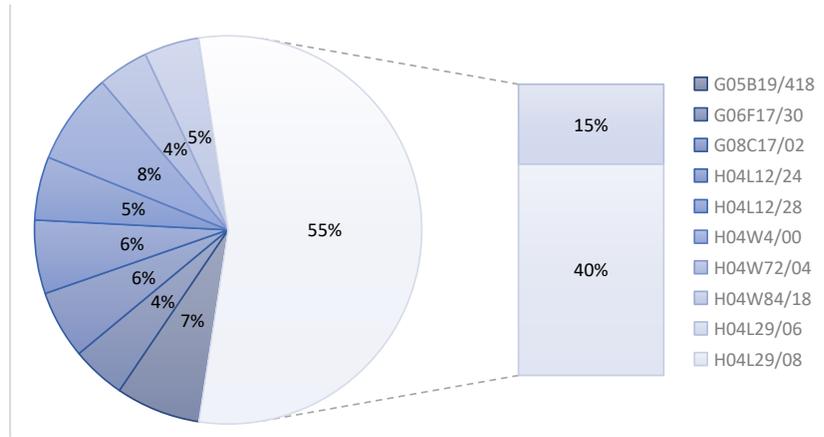


Figura 20 Distribución de códigos IPC que están relacionados con las patentes otorgadas en el rango 1998 a 2018. Fuente, elaboración propia con datos de LENS.

A partir de la anterior gráfica, y contrastando con el desglose del código IPC, se entiende el campo de electricidad como el eje de conocimiento fundamental del Internet de las Cosas, pues la mayor cantidad de aplicantes o número de patentes se enfocan en técnicas de comunicación eléctrica como transmisión de información digital, por ejemplo, arreglos o mejoras comunes en la comunicación telegráfica y telefónica. Para esto desarrollan circuitos, sistemas, o aparatos (que no son cubiertos por un solo grupo), caracterizados por un protocolo, como los procedimientos de control de transmisión (por ejemplo, enlaces de datos).

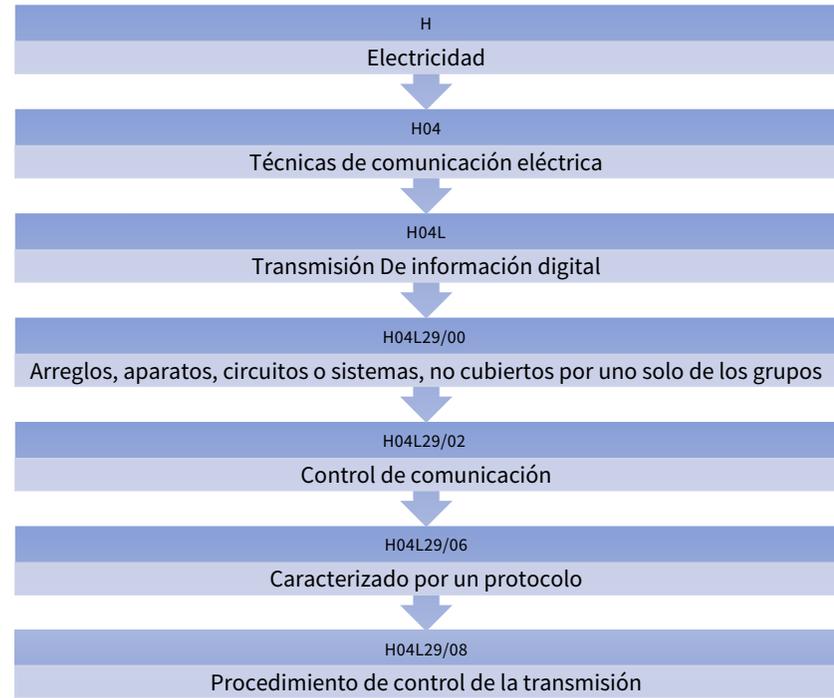


Figura 21 Desglose del principal código IPC bajo el cual se requieren patentes relacionadas con IoT. Fuente, elaboración propia con datos WIPO.

Al analizar la información de patentes, fue posible identificar aquellas que aparecen como referentes tecnológicos debido a su nivel de citación, es así como se encuentra que la patente US_9094407_B1 es la más reconocida, con 222 citaciones, tratándose esta de la “Gestión de seguridad y derechos en un sistema de mensajería máquina a máquina”. De manera similar, las demás patentes tratan de elementos de comunicación o constitución de redes entre dispositivos.

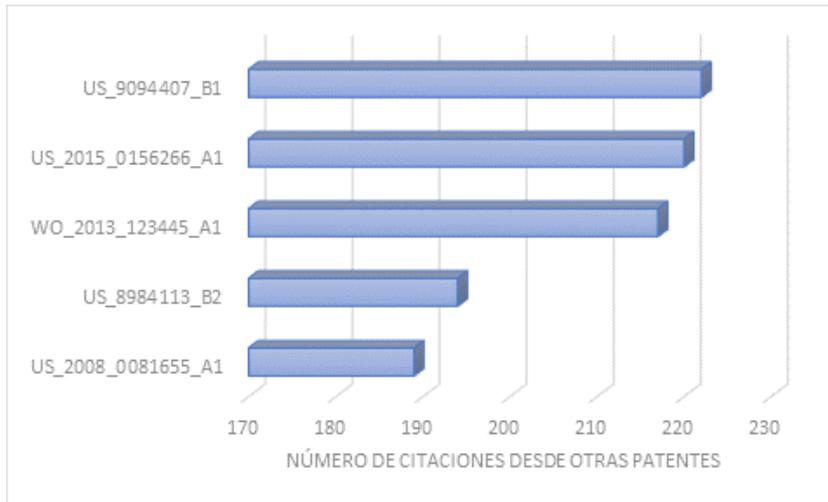


Figura 22 Patentes más citadas. Fuente elaboración propia con datos LENS

Por otra parte, de acuerdo con la siguiente figura en Internet de las cosas, los cinco principales aplicantes con mayor cantidad de familias de patentes son Lucas Myslinski, quien posee la mayor cantidad de familia de patentes para un total de 47 solicitudes que atiende a métodos de verificación de hechos y el sistema de utilización el Internet de las cosas y quien actúa de manera independiente, seguido de Balu Ravi Krishnan, Chaofen Zhang, Choi Unho y finalmente la firma Qualcomm. Estas patentes poseen jurisdicción en China, Estados Unidos, Australia y Canadá.

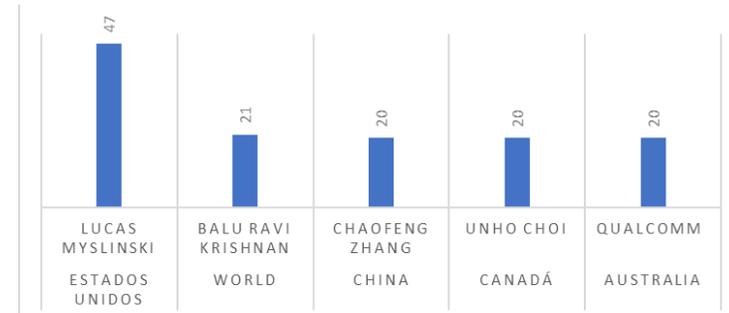


Figura 23 Aplicantes con mayor cantidad de familias asociadas. Fuente elaboración propia con datos LENS.

2.8. ACTORES

Teniendo en cuenta la información de patentes y de publicaciones científicas, se identificaron los principales actores en cuanto a generación de conocimiento, en la siguiente figura se muestran las principales instituciones educativas y compañías que han generado la mayor cantidad de conocimiento científico en los últimos 20 años, en comparación con la demás. De estas, es importante notar la Universidad de Correos y Telecomunicaciones de Beijing (China), que duplica el número de publicaciones al Instituto de Tecnología de Vellore (India). Por otra parte, cabe notar que la actividad de generación de publicaciones científicas de las primeras 5 empresas es muy similar a la producción del mismo tipo de sus correspondientes universitarias, esto muestra la tendencia de las empresas, especialmente las más grandes, de tener sus propios grupos de investigación dedicados a la generación de conocimiento. Por último, las agencias gubernamentales también tienen un importante aporte

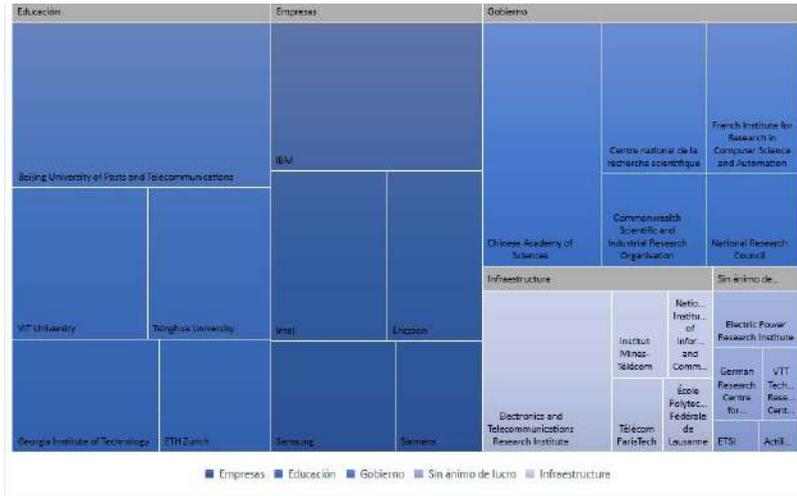


Figura 24 Principales instituciones en generación de conocimiento, por tipo. fuente elaboración propia con datos de LENS

Desde el punto de vista de quienes están solicitando las patentes, se encuentra que Samsung es el líder indiscutible en aquellas relacionadas con IoT, con un portafolio que supera la suma de sus 4 directos seguidores. También es importante evidenciar que, tal como se ha visto en la producción científica, en el rank se han posicionado múltiples instituciones chinas, que vienen con una actividad bastante fuerte en temas de generación de conocimiento.



Figura 25 Principales instituciones por solicitud de patentes. fuente elaboración propia con datos LENS

¿Quiénes están generando el conocimiento?

Países

Tal como se pudo apreciar en la figura de producción intelectual, los principales países donde se está generando conocimiento relacionado con IoT son China con 6838, Estados Unidos con 5862, India con 2586, Reino Unido con 2336 y Corea con 2120 publicaciones. Esto recalca la importancia que tienen China y Estados Unidos en el desarrollo de la tecnología, puesto que lideran, tanto el número de publicaciones científicas, como el de patentes.



Figura 26 Publicaciones científicas por país en los últimos 20 años. Fuente elaboración propia con resultados de LENS (los tamaños son representativos, no son directamente proporcionales al número de solicitudes).

A diferencia del caso anterior, la actividad de producción intelectual basada en artículos, conferencias y libros relacionados con IoT, se encuentra que los primeros 5 países generan menos de la mitad de la producción total a nivel global, con una muy importante contribución del resto del mundo.

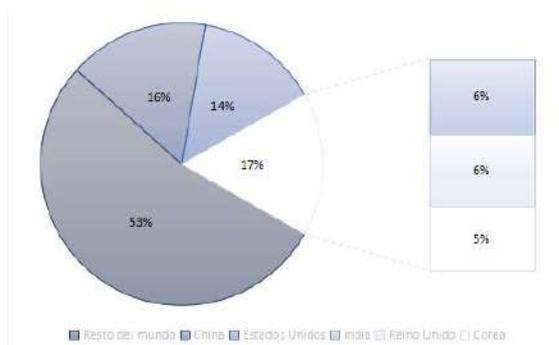


Figura 27 Principales regiones donde se está generando el conocimiento relacionado con IoT. Fuente elaboración propia con resultados de LENS

Quienes crean el conocimiento		
Educación	Beijing University of Posts and Telecommunications	北京邮电大学 Beijing University of Posts and Telecommunications
La Universidad de Correos y Telecomunicaciones de Beijing (BUPT), fundada en 1955, es una universidad directamente administrada por el Ministerio de Educación Chino (MoE) y co-construida por el Ministerio de Industria y Tecnologías de la Información (MIIT). BUPT es una de las primeras universidades del "Proyecto 211".		
BUPT es una universidad integral con tecnología de la información como característica principal, e ingeniería y ciencia como foco y una combinación de ingeniería, administración, humanidades y ciencias como su objetivo, de forma que se convierte en una base importante para fomentar talentos de alta tecnología.		
Nº. de publicaciones		431
Empresa	IBM	
IBM es una multinacional norteamericana que fabrica y comercializa hardware y software, y ofrece servicios de infraestructura, alojamiento de Internet y consultoría en una amplia gama de áreas relacionadas con la informática, desde equipos centralizados hasta nanotecnología.		
Desde su plataforma Watson, IBM Research ha explorado tecnologías y técnicas que permiten desarrollar sistemas IoT e interactuar desde la nube, especialmente integrada con sus sistemas de Inteligencia Artificial, IBM alberga más patentes que ninguna otra empresa de tecnología de Estados Unidos, y tiene doce laboratorios de investigación dedicados a diferentes áreas del conocimiento.		
Nº. de publicaciones		317
Entidad	Chinese Academy of Sciences	中国科学院 CHINESE ACADEMY OF SCIENCES
La Academia de Ciencias de China es la pieza clave del impulso de China para explorar y aprovechar la alta tecnología y las ciencias naturales en beneficio de China y el mundo.		
Fortalezas en la tecnología. CAS reúne a científicos e ingenieros de China y de todo el mundo para abordar problemas teóricos y aplicados utilizando enfoques científicos y de gestión de clase mundial.		
Nº. de publicaciones		307

Quienes aplican el conocimiento

 Empresa	Samsung Electronics CO LTD	
<p>Empresa multinacional electrónica y de tecnologías de la información con sede en Samsung Town, Seúl, Corea del Sur. Es la principal subsidiaria del Grupo Samsung. Con plantas de ensamble y redes de venta en 65 países.</p>		
<p>La empresa está trabajando con socios como Open Connectivity Forum (OCF) para establecer estándares comunes en la industria, además de los esfuerzos que están realizando para conectar dispositivos aprovechando su diverso portafolio.</p>		
Nº. de Solicitudes	2020	

 Empresa	Qualcomm INC	
<p>Qualcomm Incorporated es una empresa multinacional estadounidense de equipos de semiconductores y de telecomunicaciones, que diseña y comercializa productos y servicios para comunicaciones inalámbricas. Esta empresa obtiene la mayor parte de sus ingresos de la fabricación de chips y del licenciamiento de sus patentes.</p>		
<p>Qualcomm esta desarrollando, junto con sus aliados, chips y sistemas inalámbricos adaptados para la conectividad requerida por el IoT, y especialmente desarrollando aplicaciones para la tecnología 5G. combina la conectividad y los elementos informáticos en plataformas personalizadas para varios segmentos.</p>		
Nº. de Solicitudes	645	

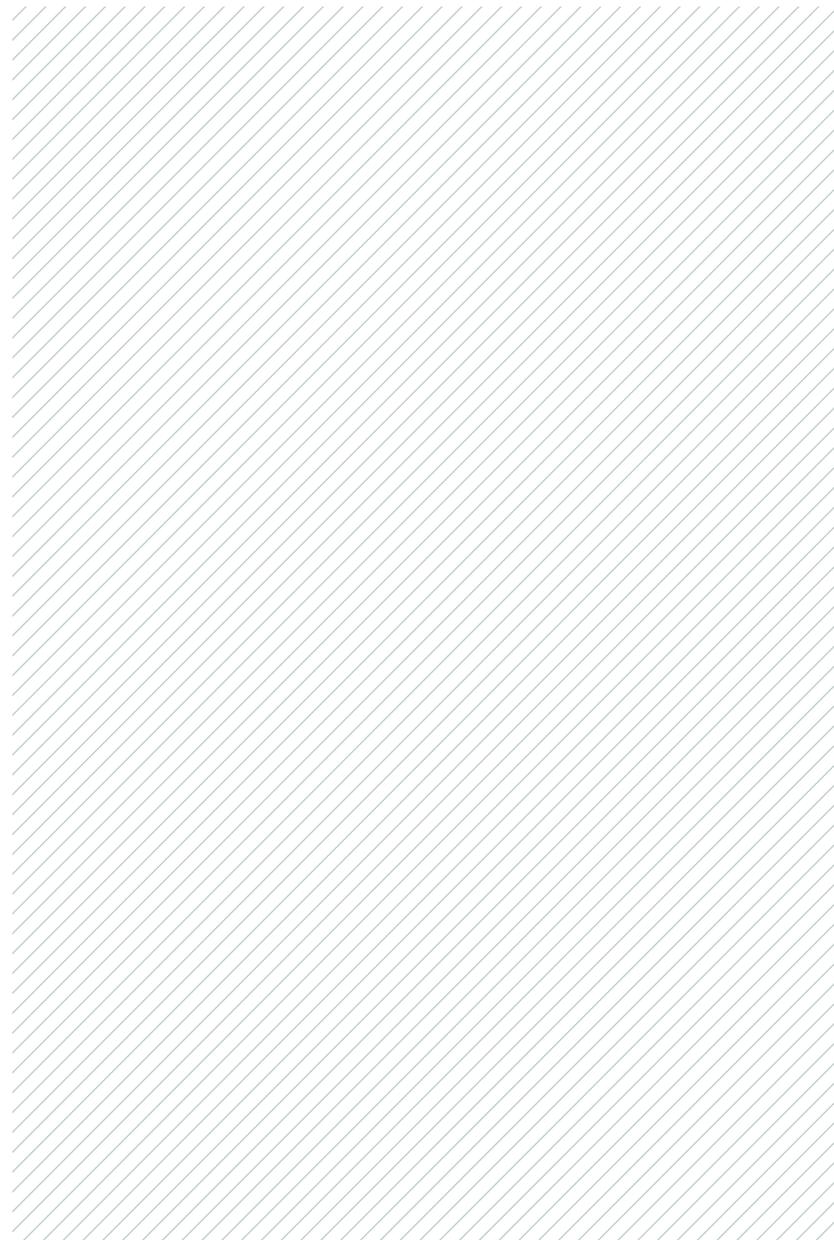
 Empresa	Intel Corp	
<p>Intel Corporation es el mayor fabricante de circuitos integrados del mundo según las cifras anuales de producción. La compañía estadounidense es la creadora de la serie de procesadores x86, que han sido los más usados en la mayoría de las computadoras personales y otros dispositivos.</p>		
<p>Desde su equipo de investigación y desarrollo, Intel busca generar desarrollos multiplataforma en temáticas como Conectividad e interoperabilidad, Privacidad y seguridad, Análisis inteligente y Big Data, Estándares abiertos y Asociaciones público-privadas</p>		
Nº. de Solicitudes	349	

A partir del año 2015 se han presentado aumentos significativos en la solicitud y otorgamiento de patentes en el campo del Internet de las cosas por parte de múltiples organizaciones. Las empresas listadas en la siguiente tabla muestran la tendencia de los nuevos jugadores que están incursionando en el campo, mostrando el crecimiento exponencial de esta tendencia a partir de una cantidad considerada significativa de patentes producidas (se filtraron empresas con solicitudes desde 60 patentes en adelante), en comparación a gigantes como Samsung Electronics que en tan solo 5 años tiene una producción de 819 patentes. De esta manera se puede encontrar organizaciones como Intel, IBM, Shenzhen Shenglu Iot, Ericsson Telefon y demás, que en los últimos 5 años ha mostrado particular interés en el campo, reflejándose en su crecimiento en la producción de patentes. Por su parte, la principal empresa emergente, CHENGDU QINCHUAN TECH, que con 157 solicitudes en los últimos 5 años aparece como el principal nuevo jugador, aunque es necesario tener en cuenta que cesó su actividad patentaria en 2018.

Tabla 4 Principales solicitantes de patente IoT en los últimos 5 años. Fuente elaboración propia con datos LENS

ORGANIZACIÓN	2015	2016	2017	2018	2019	Total general
SAMSUNG ELECTRONICS	19	107	162	298	227	819
INTEL		10	59	83	71	223
IBM		3	21	72	103	204
ZTE	7	9	34	34	18	179
QUALCOMM	4	9	21	55	69	179
SHENZHEN SHENGLU IOT COMMUNICATION TECH			78	79	5	162
CHENGDU QINCHUAN TECH	5	68	69			157
CHINA UNICOM	7	8	8	30	30	120
HUAWEI TECH	2	6	12	38	49	115

ERICSSON TELEFON	2	2	1	41	69	115
SHENZHEN XIAOKONG COMMUNICATION TECH			43	69		112
UNIV SOUTHEAST	5	2	33	36	10	109
ELECTRONICS & TELECOMMUNICATIONS		4	30	36	27	97
CHINA TELECOM CORP	3	7	11	27	29	96
CHENGDU ZHENGUANGHENG ELECTRONIC TECH				94		94
UNIV NANJING POSTS & TELECOMMUNICATIONS		11	17	25	22	75
SICHUAN CHANGHONG ELECTRIC		10	21	19	23	73
UNIV CHONGQING POSTS & TELECOM	5	8	6	21	13	68
UNIV XIDIAN	4	2	12	28	15	68
INTEL IP		1	27	35	4	67
LG ELECTRONICS	1	5	21	11	26	65
SHENZHEN DDA IOT COMMUNICATION TECH			21	41		62
AFERO		2	31	17	11	61
UNIV ZHEJIANG	2	7	15	16	6	60



PARA:

El futuro
es de todos

MinTIC

Colombia
CENTRO PARA LA POLÍTICA INDUSTRIAL REVOLUCIÓN

OPERA:

ruta⁷¹
MEDÉLLIN
CENTRO DE INNOVACIÓN Y TALENTO

VISA

2.9. RETOS Y DESAFÍOS

Una vez presentadas las bondades que acarrea la implementación del IoT, es necesario presentar retos que generan grandes áreas de oportunidad. En los siguientes elementos se demuestran los desafíos que enfrenta esta tecnología:

- **Suministro de energía:** Las fuentes de energía en línea son constantes, pero son poco prácticas o costosas en muchos casos. Las baterías pueden representar una alternativa conveniente, pero la vida útil de la batería, la carga y el reemplazo, especialmente en áreas remotas, pueden representar problemas importantes; esto generará una importante limitación para las empresas en cuanto a la sostenibilidad ambiental y la gestión de costos (Deloitte, 2016a).
- **Eficiencia:** Gracias a las tecnologías avanzadas relacionadas con el silicio, algunos sensores ahora pueden permanecer en funcionamiento con baterías durante más de diez años, reduciendo así el costo y los esfuerzos de reemplazo de la batería. Sin embargo, la eficiencia mejorada se ve contrarrestada por la potencia necesaria para un mayor número de sensores. Por lo tanto, el consumo general de energía de los sistemas a menudo no disminuye o, de hecho, puede aumentar; este es un desafío subyacente, ya que los recursos energéticos y financieros son limitados (Deloitte, 2016a).
- **Nuevas fuentes de energía:** La energía solar puede proporcionar algunas alternativas, como mínimo, brindando soporte durante el tiempo de cambio de la batería. Sin embargo, los recolectores de energía que están disponibles actualmente son costosos y las empresas dudan en hacer esa inversión (instalación más costosa de mantenimiento), dada la poca confiabilidad asociada con el suministro de energía alternativa (Deloitte, 2016a).
- **Seguridad y privacidad:** La poca memoria con que cuentan estos dispositivos puede limitar la capacidad de proporcionar seguridad y confiabilidad en la captación de datos. Existe una correlación entre el nivel de seguridad y los requisitos de memoria y ancho de banda (Deloitte, 2016a).
- **Interoperabilidad:** La mayoría de sistemas de sensores actualmente en operación son propietarios (marca o estándar) y están diseñados para aplicaciones específicas, lo que conlleva problemas de interoperabilidad en sistemas de sensores relacionados con la comunicación, el intercambio, el almacenamiento y la seguridad de los datos y la escalabilidad (Deloitte, 2016a).
- **Regulación para los mercados de datos:** Aunque los datos son el foco principal de la IoT, existe una falta de transparencia sobre quién tiene acceso a los datos y cómo esos datos se utilizan para desarrollar productos o servicios y se venden a anunciantes y terceros (Deloitte, 2016a). Todo esto sitúa en un área gris el manejo de datos no estructurados, como también los estándares legales y regulatorios para mantener la integridad de los datos.
- **Habilidades técnicas para aprovechar la tecnología:** Las empresas que están interesadas en aprovechar las herramientas de Big Data a menudo enfrentan una escasez de talento para planificar, ejecutar y mantener sistemas. Existe una tendencia al alza en la cantidad de ingenieros capacitados para usar estas nuevas herramientas tecnológicas, pero esta cifra es mucho menor que la cantidad de ingenieros capacitados en lenguajes tradicionales como SQL (Deloitte, 2016a).

¿Que requieren las organizaciones para capitalizar IoT?

De acuerdo con algunas estimaciones, se prevé que para 2020 circularán 20,4 mil millones de dispositivos que incorporan IoT, generando más de 14 zettabytes de datos cada año (Oracle, 2018). En la actualidad parte importante de los proyectos IoT son subutilizados, en tanto solo una pequeña fracción de la data recolectada es analizada y puesta en práctica. Por esta razón, para maximizar los beneficios que pueden obtenerse con esta tecnología, las organizaciones deben:

- Crear y adoptar un ecosistema de dispositivos habilitados para IoT.
- Obtener, almacenar y administrar enormes cantidades de datos.
- Adoptar capacidades sofisticadas de Analítica y Machine Learning.
- Crear nuevas aplicaciones de IoT que exploten insights de datos.
- Integrar IoT en aplicaciones y flujos de trabajo existentes.
- Implementar sistemas de seguridad de extremo a extremo.
- Monitorear y administrar toda la cadena de valor.

En esta medida, es importante que las organizaciones aprovechen la tecnología, la infraestructura y las capacidades existentes para acelerar el tiempo de valorización y minimizar el costo y la complejidad de la implementación de IoT (Oracle, 2018).

2.10. ATRIBUTOS DE LA TECNOLOGÍA

Analizando los casos de uso para la tecnología IoT se identificaron ocho atributos principales, enlazados con sus posibles aplicaciones, de los que fueron seleccionados la ubicuidad y la eficacia como atributos principales, debido precisamente a que implican la oportunidad que IoT trae consigo de generar una gran cantidad de datos de alta calidad, con tiempos de transmisión suficientemente cortos, para atender una necesidad puntual y de esta forma poder actuar sobre la información y sus procesos asociados.

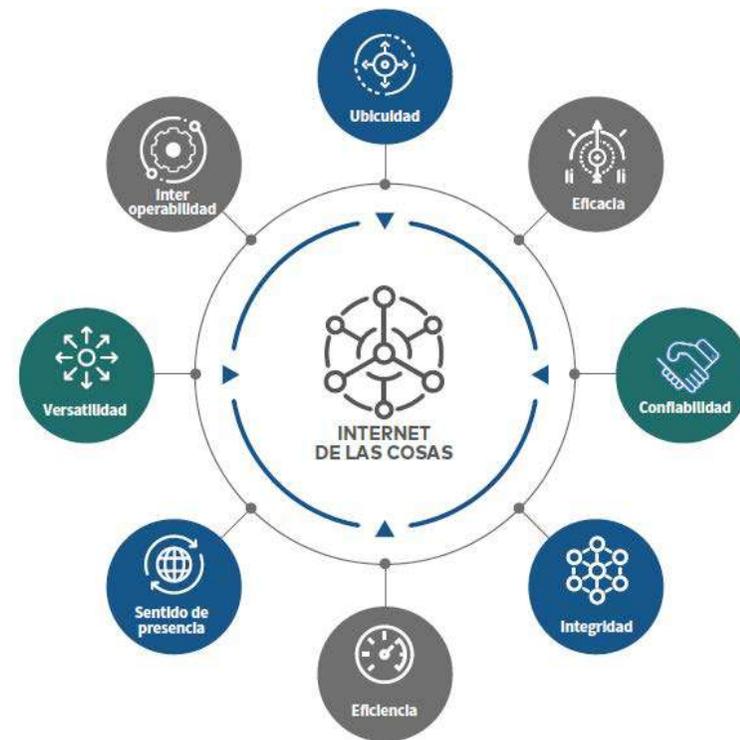
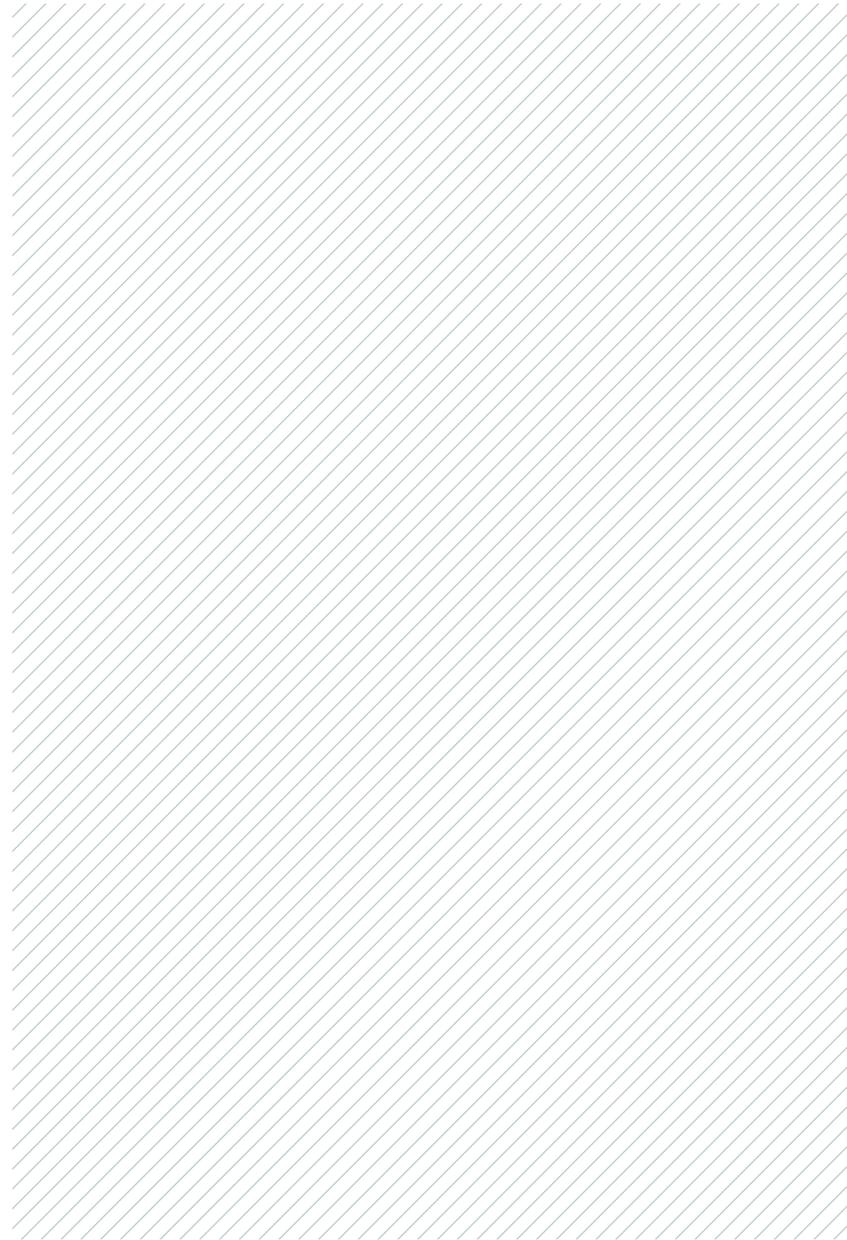


Figura 28 Radar de atributos del Internet de las Cosas. Fuente elaboración propia

Por su parte, cada uno de los anteriores atributos se ha desglosado en la siguiente tabla para comprender mejor como se hace presente en la tecnología, el tipo de atributo, su descripción y un ejemplo o caso de uso donde se evidencia más claramente el atributo.



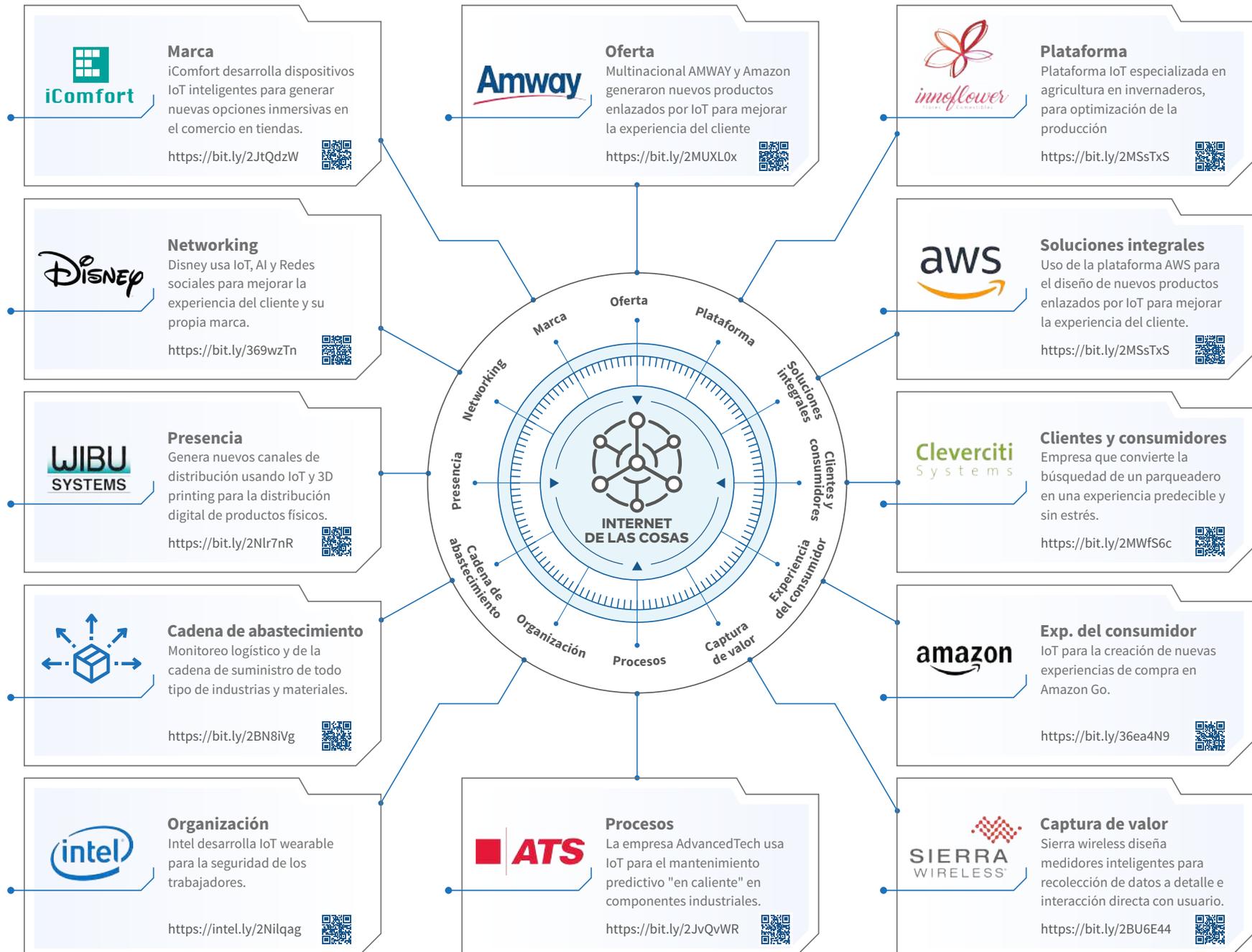
2.11.CASOS Y EJEMPLOS

Tabla 5 Ejemplos de atributos para IoT Haz clic sobre el logotipo o escanea el código QR para encontrar información relacionada. Fuente: Elaboración propia.

ATRIBUTOS	DESCRIPCIÓN	¿QUÉ LOGRA?	EJEMPLO	QR
Atributos de valor				
Ubicuidad	La ubicuidad comprende el aprovechamiento de dispositivos en ambientes y espacios relacionados con diferentes medios, donde estos están inmersos completamente, indiferenciándose del espacio donde se encuentran.	Monitorear y capturar en tiempo real datos e información en toda la cadena logística para habilitar el control sobre la misma, y generar una presencia latente y comunicación entre los actores interesados facilitando la toma de decisiones.		
Confiabilidad	Hace referencia a la cualidad de ser creíble o confiable debido a que el sistema trabaja o se comporta como se espera.	Una biblioteca de contenido digital que a través de dispositivos conectados se pueda utilizar de manera segura y confiable.		
Eficacia	Corresponde a la capacidad de un dispositivo de realizar una tarea determinada, a pesar de las circunstancias. Es la habilidad de producir el efecto esperado.	Integrar plataformas, objetos y personas para la administración de riesgos, predicción de clima acertada, acceso y manejo de información precisa, lo cual ayuda a planear mejor los cultivos y monitorear de manera eficiente todo el proceso de producción.		
Interoperabilidad	Hace parte del grado en que dos o más productos, programas, sistemas, etc, pueden ser usados juntos. Corresponde a la cualidad de estar habilitado para trabajar en conjunto con otro componente de origen diferente.	Todo un ecosistema de transporte totalmente conectado, brindando una variedad de información, así como una experiencia única tanto al trabajador como a los usuarios al momento de utilizar dicho servicio.		
Eficiencia	Implica el buen uso de los recursos en cualquier forma que no se malgasten, y corresponde a la relación entre la energía o recursos útiles entregados por un sistema dinámico y la energía o recursos suministrados.	Proporcionar una descripción completa de la eficiencia operativa de todos sus vehículos. Además, ofrecerá una gama de “Servicios conectados” a sus clientes.		
Versatilidad	Corresponde a la habilidad de cambiar o ser usado fácilmente para diferentes situaciones. Contar con múltiples usos o aplicaciones dependiendo de la necesidad.	Desarrollo de tecnologías patentadas para estandarizarlas y hacerlas compatibles con muchos o todos los fabricantes de equipos móviles, conjuntos de chips y módulos para crear un ecosistema completo conectado a la IoT.		
Sentido de presencia	En el caso de IoT corresponde a la capacidad de generar la impresión de estar en varios los lugares o de acompañar durante todo el tiempo.	Proveer servicios de telemedicina e integración de datos, permite hacer seguimiento en casa a los pacientes con la integración de dispositivos médicos conectados a internet, además de proveer interacción con médicos profesionales.		
Integridad	Define la habilidad de presentarse como un todo sin divisiones apreciables. También corresponde a la capacidad de presentar la información sin corrupción.	Garantizar la integridad de los datos generados por dispositivos IoT mediante el uso de tecnologías Blockchain y redes distribuidas de baja potencia.		

Fuente: Elaboración propia, basados en definiciones de los diccionarios de Cambridge (2008) y Merriam-Webster (2016), y construcción con expertos del C4IR.

Haga clic en el enlace o escanee los códigos QR para encontrar información relacionada con cada una de las dimensiones del radar.



03

MER
TENDENCIAS

DE MERCADO

3.1. RETOS PARA LA INDUSTRIA

De acuerdo con estimaciones de EY (2019) se prevé que los dispositivos de IoT en todo el mundo generen 90 zettabytes de datos para 2025. Estos datos son enviados directamente por sensores o a través de pasarelas a plataformas centralizadas que agregan, procesan, almacenan, analizan y visualizan estos datos para crear información y mejorar la eficiencia operativa de los procesos. La arquitectura centralizada ofrece operaciones informáticas y de almacenamiento a gran escala que deben realizarse de forma centralizada para aumentar la eficiencia operativa. Sin embargo, las estas arquitecturas aumentan la latencia, el intercambio, el tiempo de procesamiento y además son más costosas y propensas a los ataques de seguridad (EY, 2019)

Con los enfoques convencionales, las cantidades masivas de datos capturados en ubicaciones remotas a partir de tecnologías basadas en IoT deben transmitirse a un centro de datos corporativo o de nube distante para su procesamiento y análisis. Cuando se trata de terabytes de datos, este proceso de transferencia de datos puede ser una tarea lenta, arriesgada, costosa e ineficiente. Además, en muchos entornos industriales, las latencias en la transmisión y el análisis de datos pueden tener graves consecuencias en forma de fallos en los equipos y paradas operativas. (Vertica, 2018)

Para que los dispositivos de IoT puedan crear ventajas competitivas, estos deben permitir el procesamiento de datos y analítica en el borde. Vertica (2018) identifica los siguientes desafíos para facilitar la adopción de la tecnología por el mercado.

1. Latencia: En aquellos casos que se requiere una reacción inmediata como las diferentes respuestas a gestión del riesgo, la latencia es intolerable,

por lo que el cálculo en el borde es imprescindible.

2. Ancho de banda: El envío de datos desde dispositivos periféricos a la nube o a un centro de datos puede utilizar una enorme capacidad de almacenamiento de datos. Dado esto, se requiere que el rendimiento de ancho de banda permita ejecutar esta tarea con normalidad.

3. Costo: El envío de grandes cantidades de datos desde sensores remotos a un centro de datos distante a través de la tecnología inalámbrica puede ser costoso. Adicionalmente la transferencia de datos a largas distancias y redes remotas inevitablemente expone los datos amenazas de ataques y otras violaciones de la seguridad.

5. Duplicación: La recopilación de datos remotos implica la duplicación y envío de la información a los centros de datos distantes. Esto a su vez duplica la complejidad del proceso, el coste del almacenamiento y otros activos también deben ser duplicados para acomodar los datos que se envían a un centro de datos corporativo o de nube.

6. Corrupción: Incluso sin intervención de hackers, los datos pueden corromperse por sí solos. La transmisión de datos en grandes cantidades a través de largas distancias puede provocar caídas y retrasos relacionado con corrección y recuperación de la información.

7. Cumplimiento: Las regulaciones regionales y nacionales pueden restringir o complicar la transferencia de datos a través de las fronteras y las largas distancias. (Vertica, 2018)

Los mayores desafíos que enfrentan las organizaciones cuando lanzan o expanden el IoT
(Múltiples respuestas eran permitidas)

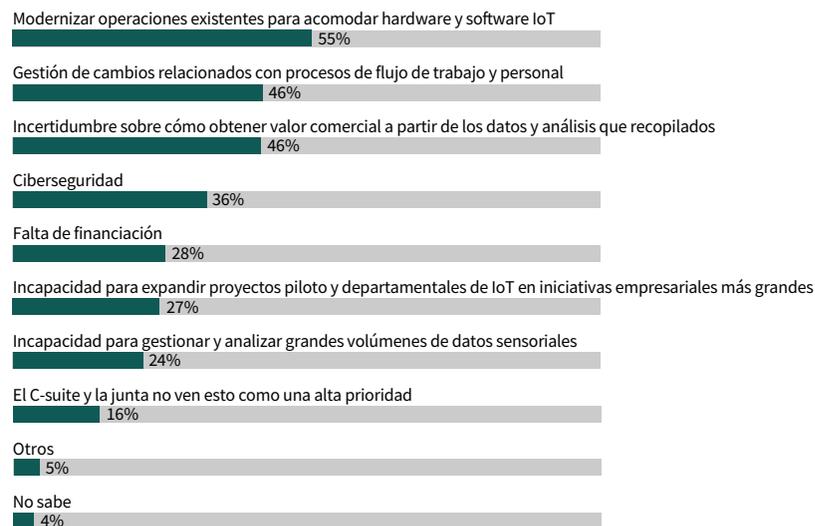


Figura 29 Factores que dificultan la implementación de IoT. Gráfica adaptada de HBR (2019)

Por otro lado, HBR (2019) amplía la cantidad de retos identificados permitiendo identificar que las organizaciones además de requerir inversión para sostener la modernización de sus sistemas operativos y emplear procesos de gestión del cambio en sus procesos, no comprenden realmente como aprovechar desde la cantidad de datos recopilados a pequeña y gran escala. Por otro lado, los sobrecostos y los riesgos de ciberseguridad representan un elemento importante que impide la adopción del IoT por parte de las empresas.

La seguridad de las redes de IoT se han convertido en una preocupación para las organizaciones, ya que, en su mayoría, estas no cuentan con una arquitectura de seguridad sólida para proteger la gran cantidad de datos que fluyen y se almacenan a través de estas redes. Se evidencia entonces la importancia de emplear sistemas para reducir las amenazas cibernéticas y

la piratería informática, y al mismo tiempo mantener la confidencialidad, integridad y disponibilidad de los datos a través de la infraestructura de TI. (EY, 2019)

De acuerdo con una encuesta realizada por Irdeto (2019), las organizaciones que fabrican o han usado dispositivos de IoT en sus procesos han sufrido un ciberataque en los últimos 12 meses. De esas organizaciones, el 90% experimentó un impacto negativo como resultado del ciberataque, Incluyendo tiempos de inactividad operativa, datos de clientes comprometidos, seguridad del usuario final, daños a la marca o a la reputación, pérdida de clientes o robo de propiedad intelectual. La encuesta también reveló que el impacto financiero medio como resultado de un ciberataque centrado en IoT fue de 330.602 dólares.

Los elementos clave según EY (2019) para incrementar la seguridad en las redes IoT son:

- Autenticación de todas las entidades antes de que puedan unirse a la red.
- Transferencias confidenciales de datos a través de la red.
- Permitir la integridad de los datos.
- Permitir a los sistemas identificar y alertar sobre información creada por remitentes desconocidos.
- Permitir un control de acceso basado en roles.
- Proporcionar mecanismos de arranque seguros en dispositivos de IoT.
- Todos los datos deben clasificarse en función de diferentes niveles de seguridad.

-Habilitar los sistemas para recibir las últimas actualizaciones de los parches de seguridad contra las vulnerabilidades conocidas.

-Proteger la infraestructura de TI crítica en la nube y los centros de datos.



Figura 30 Datos clave en la implementación de IoT. Gráfica adaptada de (KPMG, 2019)

Para garantizar una ventaja competitiva, Deloitte (2019b) comparte que en cualquier organización debe asegurarse que su solución de IoT sea:

- **Segura:** Los datos de las partes interesadas deben asegurarse y estar protegidos, detectando cualquier alteración de seguridad desde el principio.

- **Escalable** Debe permitir para dar soporte a millones de cosas y usuarios en el futuro.

- **Adoptable** Debe permitir la integralidad de y asegurar que las innovaciones tecnológicas puedan implementarse en la arquitectura existente sin grandes rediseños, paradas y retiradas de productos.

- **Confiable** Debe asegurar beneficios para el negocio con base en los datos generados.

- **Rentable** El uso de hardware básico y soluciones de software deben ser fáciles de mantener, a un bajo costo.

De acuerdo con HBR (2019), las compañías tienen diversas dificultades con respecto al uso de IoT, sin embargo, la principal problemática se deriva de la forma para cuantificar el retorno de las inversiones generadas por el uso de la tecnología, lo cual representa una barrera para invertir en la tecnología. En esencia, esto se da porque las empresas no tienen conocimiento sobre la medición del ROI generado a partir de las iniciativas de IoT. Adicionalmente, se observa incertidumbre sobre la manera de obtener valor comercial de los datos y análisis que recopilan. Por otro lado, la gestión del cambio en relación con el personal y los procesos de flujo de trabajo representa un desafío importante de abordar.

3.2.IMPACTO DE LA TECNOLOGÍA EN EL MERCADO

Impacto en la industria

Respecto de las tecnologías emergentes, pocas de ellas ofrecen un potencial más transformador para las empresas que el Internet de las cosas, esto debido a que la IoT combina sensores y softwares sofisticados de análisis para procesar grandes volúmenes de datos.

De igual manera, HBR (2019) ha identificado que los líderes mundiales no se sienten atraídos por los fundamentos técnicos de IoT, sino que la ven claramente como un impulsor del éxito empresarial. Por ejemplo, casi tres cuartas partes (74%) de los 741 ejecutivos de los sectores industrial, comercial, de salud y público de la encuesta mundial afirman que la IoT se convertirá en un diferenciador competitivo en sus mercados en los próximos dos años. Subrayando el esfuerzo por capitalizar la IoT. Adicionalmente, un número similar -70%- está “totalmente de acuerdo” en que la necesidad de adoptar la tecnología de IoT en las empresas crecerá en los próximos dos años. (HBR, 2019)

Adicionalmente, en la siguiente gráfica HBR (2019) identificó que las principales expectativas de las empresas para el uso de la IoT están relacionadas al fortalecimiento y eficiencia de sus operaciones internas.

Las tecnologías que más atraen inversiones relacionadas con IoT en los próximos dos años
(Múltiples respuestas eran permitidas)

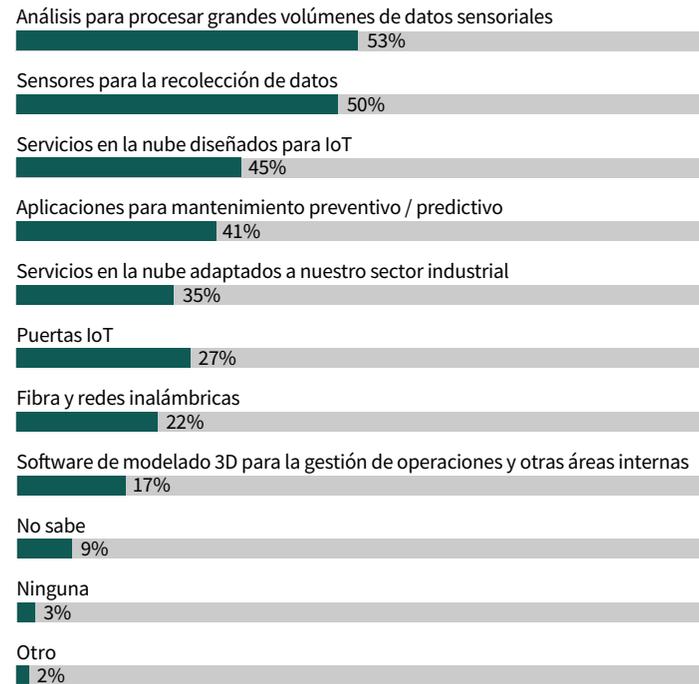


Figura 31 Principales tecnologías IoT en las que se está invirtiendo. Gráfica adaptada de HBR (2019)

Asimismo, es importante identificar la adopción de la tecnología con respecto de las industrias. Según BCG (2019), la velocidad de adopción de las soluciones basadas en IoT y el tamaño final del mercado, variará según el sector. los mercados de alto potencial para la adopción a alta velocidad incluyen industrias con alguna combinación de los siguientes factores:

Fácil conexión de activos industriales: Nuevas generaciones de equipos conectados o equipos existentes que pueden ser fácilmente reequipados con sensores.

Coste de instalación de sensores y otros equipos: La conexión a una plataforma IoT es mucho menor que el coste de sustitución de los equipos. También se tiene en cuenta el costo de tiempo de inactividad o mantenimiento.

Uso de equipos críticos: Referente a los elementos que forman parte de un sistema complejo que necesita ser controlado (como los fabricantes de automóviles, aviones, robots industriales o cualquier otro producto de alta ingeniería).

Mejora potencial de las ineficiencias operativas: En este se incluye el costo de los insumos y el rendimiento posterior a la implementación de una solución de IoT.



Figura 32 Datos clave del crecimiento de IoT a nivel mundial. Gráfica adaptada de EY (2019)

La adopción de sistemas basados en IoT según EY (2019), permitirán el desarrollo de la industria 4.0 el cual se basa en la implementación de sistemas basados en IoT y sistemas cibernéticos como sensores, que tienen la capacidad de recoger datos que pueden ser utilizados por los fabricantes y productores para rastrear enormes conjuntos de datos y producir conocimientos sobre los que se puede actuar con rapidez.

Contribución a las economías

La adopción del internet de las cosas se está acelerando en las industrias de todo el mundo. Actualmente el gasto mundial está en marcha para alcanzar los 745.000 millones de dólares este año, un aumento de más del 15% con respecto a 2018, según International Data Corp. (IDC). El investigador de mercado prevé que el gasto mundial en IoT seguirá creciendo a un ritmo de dos dígitos hasta 2022, cuando supere el billón de dólares (HBR, 2019)

Testigo del crecimiento exponencial que lleva a ingresos y oportunidades a través del ecosistema

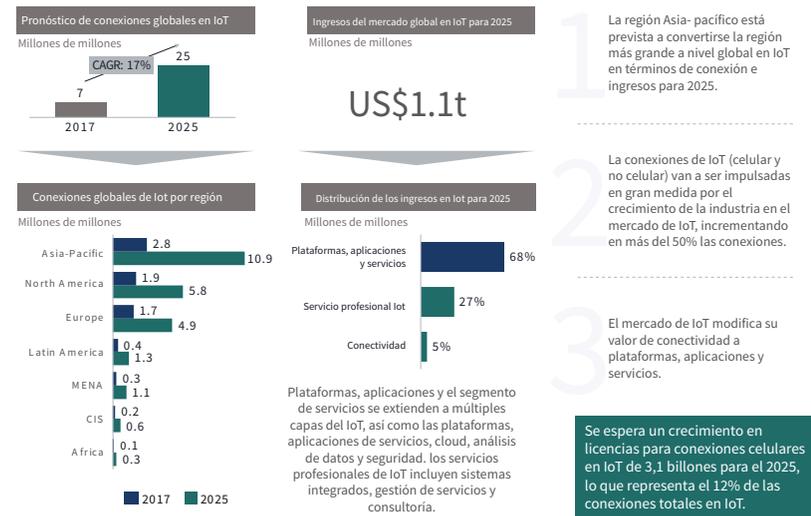


Figura 33 Oportunidades que abre IoT en el ecosistema global empresarial. Gráfica adaptada de EY (2019)

De igual manera, IDC predice que los ingresos del mercado global de IoT alcanzarán aproximadamente 1,1 billones de dólares en 2025, esta cifra sumiendo que las conexiones globales de IO aumenten con una tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR) del 17%, de 7.000 millones a 25.000 millones aproximadamente entre 2017 y 2025.

Las industrias que gastarán más en soluciones en internet de las cosas en 2019 son manufactura (197.000 millones de dólares), consumo de IoT (108.000 millones de dólares), transporte (71.000 millones de dólares) servicios públicos (61.000 millones de dólares). El gasto en IoT entre los fabricantes se centrará en gran medida en soluciones que apoyen las operaciones de fabricación y la gestión de los activos de producción. En el sector del transporte, más de la mitad del gasto en IoT será destinado a la supervisión de las mercancías, seguida de la gestión de la flota. Por otro lado, el gasto de IoT en el sector de los servicios públicos puede estar dominado por redes inteligentes de electricidad, gas y agua. (EY, 2019)

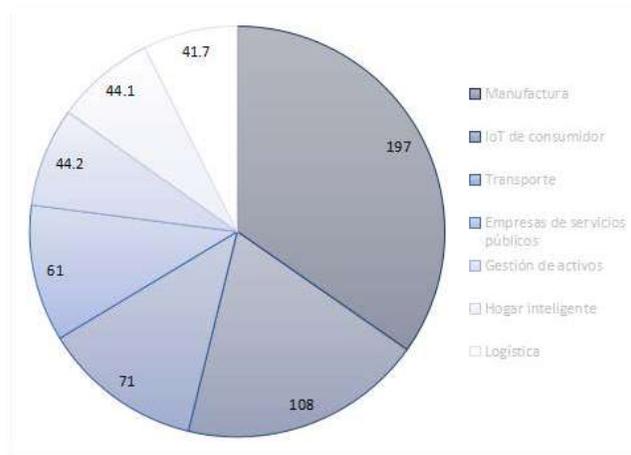


Figura 34 Inversiones en IoT a nivel mundial, en USD miles de millones. Gráfica adaptada de EY (2019)

Adicionalmente, la adopción del internet de las cosas en estas industrias se incrementará a partir de la llegada de las redes 5G, las cuales modificarán los actuales métodos de comunicación inalámbrica utilizados para las aplicaciones basadas en la IoT. Según Aleksander Poniewierski, líder mundial de IoT de EY, las redes 5G tienen el potencial de impactar la forma en que se diseñan los futuros ecosistemas de IoT, especialmente en las áreas de escalabilidad, latencia, fiabilidad, seguridad y el nivel de control individual sobre los parámetros de conectividad, permitiendo fortalecer los desarrollos de tecnologías como gemelos digitales, aplicaciones de realidad virtual y aumentada y computación en el borde. (EY, 2019)

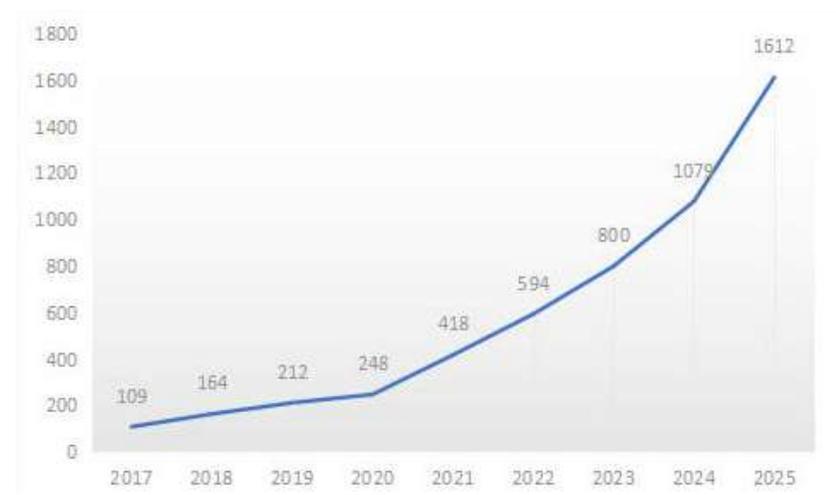


Figura 35 Mercado mundial de IoT proyectado a 2025. Adaptada de Statista (2019)

Statista, por su parte, hace estimaciones que el mercado global de Internet de las cosas (IoT) crezca a una tasa de al menos 212 mil millones de dólares para fines de 2019. Teniendo en cuenta que la tecnología alcanzó los 100 mil millones de dólares en ingresos del mercado por primera vez en 2017,

rompiendo una primera meta en términos económicos, y las previsiones sugieren que esta cifra crecerá a alrededor de 1,6 millones de millones para 2025 (Statista, 2019), valor similar al proyectado por EY.

3.3.CASOS Y EJEMPLOS

Existen innumerables casos potenciales de uso de la analítica avanzada en la frontera, incluyendo los que siguen. Algunos de ellos son casos de uso convencional de la IO que podrían beneficiarse de la evitación de los costes, riesgos y latencias asociados a la transmisión de grandes cantidades de datos a través de redes inalámbricas de larga distancia. (Vertica, 2018)

Mantenimiento Predictivo y Gestión de Activos

En muchos entornos industriales, los análisis en el borde permiten la supervisión en tiempo real, la detección de anomalías y alertas, la predicción de fallos y el servicio predictivo de equipos críticos. Este cambio hacia el mantenimiento predictivo puede ayudar a reducir el tiempo de inactividad no planificado, aumentar el mantenimiento programado, mejorar la seguridad y allanar el camino para nuevos modelos operativos para las instalaciones industriales. (Vertica, 2018)

Optimización de procesos en tiempo real

Las operaciones basadas en algoritmos, análisis en el borde y aprendizaje de máquinas habilitados por sistemas IoT permiten predecir el consumo de materias primas y optimizar sus cadenas de suministro en tiempo real. Estas capacidades ayudan a los operadores a mantener un control más estricto sobre los costes y el tiempo que garantizan la disponibilidad de los materiales que se incorporan a los productos. (Vertica, 2018)

Gestión de flotas

Los fabricantes de equipos integran sensores y análisis de datos de telemetría en flotas de vehículos para obtener información sobre los comportamientos y patrones de los conductores y para ayudar a los operadores de flotas a mejorar la eficiencia tanto de sus conductores como de sus operaciones en general. Por ejemplo, algunas empresas utilizan los datos de los sensores para permitir una optimización inteligente de las rutas, reducir los costos de combustible y facilitar el mantenimiento preventivo antes de que los problemas mecánicos interrumpan las operaciones de la flota. (Vertica, 2018)

Gestión de edificios

En algunas edificaciones se utilizan monitores basados en IoT para recopilar datos sobre los sistemas de los edificios, incluidos los equipos de calefacción, ventilación y aire acondicionado. De esta manera se crean sistemas de supervisión de alarmas y notificaciones activas, para guiar el mantenimiento proactivo y la optimización de los sistemas para evitar fallas en los equipos, mejorar la eficiencia energética y mantener a los inquilinos cómodos. (Vertica, 2018)

Agricultura Inteligente

La industria agrícola analiza los datos capturados por los sensores para permitir enfoques más inteligentes en la agricultura. Entre otras aplicaciones, las soluciones de IoT ayudan a los operadores a monitorear los niveles de humedad del suelo en el campo para optimizar el uso del agua de riego, rastrear las condiciones del suelo y monitorear la salud de los cultivos. (Vertica, 2018) Adicionalmente se están instalando dispositivos y programas informáticos de IoT en toda la explotación agrícola para vigilar

la salud de los cultivos, gestionar el inventario y proporcionar ofertas de servicio nuevas e innovadoras (EY, 2019)

Hoy en día, los ganaderos pueden seguir el estado y el comportamiento del ganado a distancia mediante sensores de IoT y dispositivos integrados. Además, gracias a los avances en el análisis de datos, pueden realizar predicciones estadísticas y evaluar cualquier intervención necesaria para animales específicos. Por ejemplo, los sensores de IoT tienen la capacidad de notificar a un ganadero que un animal está enfermo, de modo que dicho animal pueda ser separado del rebaño y se puedan adoptar medidas para prevenir la propagación de la enfermedad. (EY, 2019)

Adicionalmente, los sensores inalámbricos de IO son capaces de pronosticar las condiciones meteorológicas, medir las condiciones hiperlocales de los campos y monitorear la calidad del suelo y la humedad. De este modo, los agricultores no sólo pueden planificar mejor sus actividades de antemano, sino que también saben exactamente cuándo y dónde deben tomar medidas preventivas. En consecuencia, los agricultores también pueden mejorar la producción al mismo tiempo que preservan sus recursos y minimizan los costos. (EY, 2019)

Asimismo, la industria del petróleo y el gas apoyado en sistemas de Internet de las cosas ha demostrado que añade alto valor en cuanto a el análisis predictivo y mantenimiento en la producción de pozos, el monitoreo y análisis de pozos con sensores, el análisis de datos geológicos y sísmicos y el análisis guiado por sensores para detectar fallas en las tuberías (Deloitte, 2019b)

El **Climate FieldView de Monsanto**, por ejemplo, integra múltiples fuentes de datos en una plataforma de agricultura de precisión. Del mismo modo, el Centro de Operaciones John Deere integra a más de cien socios

en una plataforma intuitiva que ayuda a los agricultores a administrar los equipos, optimizar las prácticas de siembra y cosecha, y manejar la parte comercial de la granja. (BGC, 2019)

Honeywell lanzó su negocio de plantas conectadas, que puede optimizar los resultados de los procesos mediante sistemas de control. El conjunto de soluciones de IoT de Honeywell para plantas conectadas puede mejorar el tiempo de actividad de las instalaciones en un 5%, aumentar el rendimiento de la producción hasta en un 7% y mejorar la seguridad del operador. (BGC, 2019)

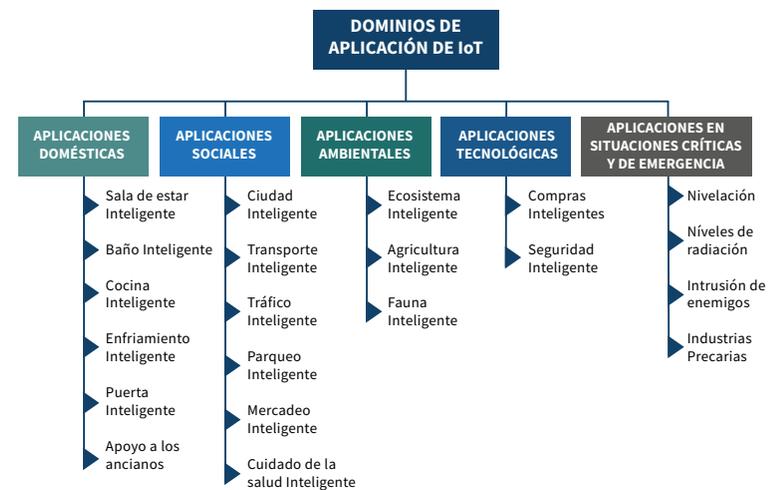


Figura 36 Ejemplos de dominios de aplicación de IoT. Gráfico adaptado de (Matta, P., & Pant, B, 2019).

Las diversas aplicaciones del internet de las cosas se pueden clasificar en cinco categorías de acuerdo su tarea específica e impacto. Estas categorías son: domésticas, sociales, ambientales, tecnológicas y de emergencia o situaciones críticas (Matta, P., & Pant, B; 2019).

Las aplicaciones domésticas inteligentes, ofrecen principalmente apoyo en labores relacionadas con la cocina, el aseo, la seguridad, la temperatura, el entretenimiento, e incluso comprende características de soporte a individuos con vulnerabilidades como los ancianos. Estos elementos permiten que los ocupantes del hogar agilicen diferentes actividades, reduzcan el uso de recursos, eviten riesgos y automaticen rutinas de acuerdo con sus gustos, permitiendo incrementar el bienestar al interior de los hogares.

Por otro lado, las aplicaciones sociales inteligentes, brindan apoyo al ciudadano en actividades relacionadas al transporte, seguridad, salud, servicios públicos, e incluso servicios o sugerencias de acuerdo con la ubicación. Estas incrementan la calidad de vida de las personas al permitir disminuir los tiempos de desplazamiento entre lugares, aprovechar la oferta y demanda de artículos del lugar y ampliar la cobertura y la eficiencia de los servicios de salud, seguridad y servicios públicos.

De igual manera, las aplicaciones ambientales inteligentes ayudan a que las actividades del ser humano relacionadas con la agricultura, la vida silvestre y el uso de los recursos naturales se realicen con procedimientos y estándares enfocados en el cuidado del ambiente, incrementando la producción bio-sostenible, el consumo responsable y el cuidado del planeta.

Así mismo, las aplicaciones tecnológicas enfocadas en la seguridad y las compras inteligentes permiten generar y monitorear información para crear registros protegidos y confidenciales, y, además, ofrecer productos y servicios en función de las necesidades, gustos, y patrones de compra de los clientes.

Finalmente, las aplicaciones enfocadas en atender situaciones críticas

y de emergencia, facilitan en primera instancia atender con alto grado de precisión y de eficiencia en aquellos escenarios en donde se ha materializado un riesgo y se busca la mitigación de su impacto, por otro lado, se previene la ocurrencia de estos riesgos, y se ejecutan acciones de manera anticipada para evitar pérdidas.

ESTRUCTURA DE MERCADO DEL IoT			
	Empresarial/Industrial	Consumidor	Servicios/sector público
Oportunidades de valor representativas	<ul style="list-style-type: none"> * Planeación e inventario * Fábrica y operaciones * Red de suministro y logística * Nuevos modelos de negocio * Nuevos productos y desarrollo de productos * Gestión de activos 	<ul style="list-style-type: none"> * Experiencia de usuario * Conectividad de canal * Soporte postventa * Nuevos productos y extensiones * Mejora del estilo de vida 	<ul style="list-style-type: none"> * Prestación de asistencia sanitaria * Gestión de energía en edificios comerciales * Seguridad en el sector público * Gestión del tráfico del sector público * Manejo del rendimiento del cultivo
Casos de uso representativos	<ul style="list-style-type: none"> * Sincronización de oferta y demanda * Calidad de detección y predicción * Monitoreo basado en condiciones * Enrutamiento dinámico y programación 	<ul style="list-style-type: none"> * Hogares inteligentes * Accesorios remotos * Autos conectados * Monitoreo del estilo de vida personal * Seguimiento de activos personales 	<ul style="list-style-type: none"> * Edificios inteligentes * Ciudades inteligentes * Vigilancia de pacientes * Cumplimiento de la ley inteligente

Figura 37 Estructura de mercado de IoT. Gráfico adaptado de Deloitte (2018b)

Con relación al mercado, el crecimiento del IoT parece estar desarrollando en mayor medida por el sector empresarial/industrial. se proyecta que capte más de la mitad del gasto global en IoT para 2020, particularmente el crecimiento se da por la implementación de nombres de fuentes de datos (DSN por sus siglas en inglés) en los dispositivos conectados a IoT a partir de cuatro razones principales.

Monitoreo basado en la condición/mantenimiento predictivo:

Monitoreo y evaluación continua de los indicadores de desempeño de los activos de capital y el uso de análisis avanzado para predecir fallos antes de que ocurran.

Seguimiento de activos: Monitoreo y gestión de activos y/o materiales mediante sensores con GPS que facilitan la generación de informes y reportes en tiempo real y la optimización del rendimiento del sistema.

Enrutamiento y programación dinámica: Aumentar la productividad de las redes que utilizan conocimientos profundos a partir de aspectos como la visibilidad de las condiciones meteorológicas y geográficas y el rendimiento en tiempo real.

Optimización de activos y procesos: Evaluación y monitorización de los activos, los procesos operativos y las condiciones ambientales para optimizar el rendimiento y la seguridad en la fabricación y prestación de servicios.

De igual manera, es importante identificar las motivaciones de las industrias para la adopción del IoT. Deloitte (2018b), identificó que a partir del uso de IoT: el sector turismo y hotelería incrementa la lealtad de sus clientes y les brinda mayor seguridad. El sector financiero ofrece servicios en tiempo real por medio de la identidad digital. El sector público robustece principalmente su infraestructura militar y garantiza mayor seguridad en puntos críticos. El sector manufacturero ofrece productos y servicios personalizados a sus clientes y procesos ágiles, seguros y eficientes a sus empleados. El sector de salud optimiza sus procesos de diagnóstico, asistencia y monitoreo de pacientes. Por último, el sector automotriz y de transporte permite la interacción con múltiples aplicaciones y dispositivos para aumentar la seguridad y confianza de las operaciones autónomas.

En la siguiente gráfica se observa con detalle las aplicaciones actuales y las aplicaciones emergentes con relación a la industria de aplicación.

Industria	Aplicación actual	Aplicación emergente
Viajes y hospitalidad	<ul style="list-style-type: none"> *Uso de iBeacons para proveer navegación en interiores, en sitios como aeropuertos y centros comerciales. *Aeronaves "conectadas", permitiendo a las aerolíneas usar opciones de banda ancha y conectividad basada en satélites para tener datos en tiempo real relacionados con la salud de los sistemas de aviación críticos en vuelo. 	<ul style="list-style-type: none"> *Recolección, análisis y uso de información de clientes fieles para mejorar y personalizar la experiencia de viaje. *Inversión en aeropuertos con puertas de inmigración inteligentes usando tecnología biométrica para registrarse más rápido.
Servicios financieros	<ul style="list-style-type: none"> *Compañías de seguros de automóviles que utilizan dispositivos IoT para monitorear datos en tiempo real de un vehículo durante un accidente, lo que les permite medir la gravedad de la reclamación y, por lo tanto, permite la detección de fraude automático. 	<ul style="list-style-type: none"> *Tecnología que permite pagos seguros usando autos, electrodomésticos de consumo, y otros dispositivos conectados, lo que lleva a la sustitución de información de pago confidencial en tarjetas de débito o crédito con un identificador digital único.
Sector Público	<ul style="list-style-type: none"> *El video y los sensores conectados brindan capas de seguridad para la infraestructura crítica del sector público e informan sobre el estado de la infraestructura. 	<ul style="list-style-type: none"> *Las aplicaciones de IoT ofrecen beneficios potenciales en el mantenimiento de la flota de aviones militares, entre otras áreas.
Manufactura	<ul style="list-style-type: none"> *Uso de vestibles (wearables) equipados con sensores para ayudar a asegurar la seguridad de los trabajadores y mejorar la eficiencia laboral y su utilización. *Seguimiento de activos en la fábrica, lo que reduce el tiempo dedicado a su búsqueda. 	<ul style="list-style-type: none"> *Las aplicaciones de IoT ofrecen beneficios potenciales en el mantenimiento de la flota de aviones militares, entre otras áreas.
Cuidado de la salud	<ul style="list-style-type: none"> *Asistir a la población de edad avanzada con asistentes de atención médica robóticos, que pueden medir los signos vitales de un individuo (como la frecuencia cardíaca y la frecuencia respiratoria) y responder preguntas básicas relacionadas con la salud. 	<ul style="list-style-type: none"> *Lentes de realidad aumentada que permitan a los doctores ver las tomografías computarizadas (CT), y realizar cirugías de columna proyectando la columna del paciente en 3D *Contenedores de "pastillas inteligentes" para proveer información relacionada con la efectividad, y seguimiento del tratamiento.
Transporte automotriz	<ul style="list-style-type: none"> *Vehículos equipados con capacidades digitales que permiten la integración de apps para comunicación, diagnósticos, asistencia de conducción, y sistemas de navegación. *Carros autónomos, que incluyen sistemas de láser y radar, donde rayos láser giratorios detectan objetos, permitiendo la navegación segura siguiendo un camino. 	<ul style="list-style-type: none"> *Autos interactuando con peatones usando linternas y texto proyectados en el parabrisas, para proporcionarles una señal clara, permitiendo así mejorar la seguridad y confianza en torno a los carros autónomos.

Figura 38 Aplicaciones representativas actuales y emergentes del IoT por industria. Gráfico adaptado de Deloitte (2018b)

Finalmente, los variados usos que reciben las aplicaciones basadas en Internet de las cosas han sido adaptados a lo largo de todas las industrias para mejorar la calidad y efectividad de los procesos corporativos. Esto ha permitido el surgimiento de algunos modelos de negocio basados en puntos específicos de la cadena de suministro y producción, así como la interconexión de plataformas y activos digitales.

Algunos de los nuevos modelos de negocio se evidencian en la siguiente gráfica.

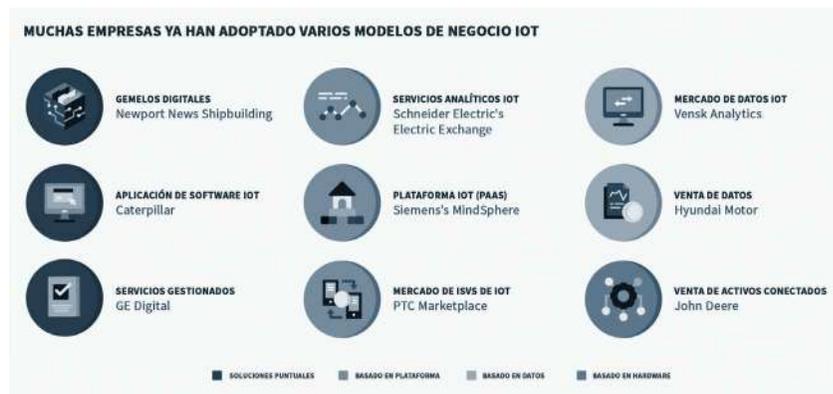


Figura 39 Algunos de los modelos de negocio generados para IoT. Gráfico adaptado de (BCG, 2019)

Con el fin de identificar la mejor ruta hacia la monetización, los productos habilitados para IoT se combinan con servicios para capturar nuevas oportunidades y modelos de negocio. BCG (2019), ha descubierto que, con el modelo de negocio adecuado, los servicios de valor agregado en la industria de la tecnología pueden brindar beneficios directos e indirectos de tres maneras: obtener precios más altos de los productos, impulsar las ventas de productos y crear nuevas fuentes de ingresos por servicios. Se estima que para la industria médica la combinación de los tres resultará en aumentos de ingresos de al menos 30% en la cartera de productos para proveedores.

3.4.LOS ODS COMO DRIVERS DE DEMANDA

DE LAS TECNOLOGÍAS 4IR

La Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, adoptada por 193 Jefes de Gobierno en la Asamblea General de las Naciones Unidas en septiembre de 2015, representa un enfoque holístico para transformar el mundo. Está diseñada como un plan de acción para abordar los desafíos de desarrollo

que afectan a la humanidad y al planeta. Como pilar fundamental, el plan abarca un conjunto integral de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) que comprenden las dimensiones económicas, sociales y ambientales del desarrollo sostenible.

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) definen prioridades de desarrollo sostenible a nivel mundial y las aspiraciones para el 2030 y buscan movilizar los esfuerzos a nivel global en torno a un conjunto de objetivos y metas comunes. Los ODS hacen un llamado a la acción entre gobiernos, empresas y sociedad civil, para poner fin a la pobreza y crear una vida digna y de oportunidades para todos, dentro de los límites del planeta.

Los ODS presentan una oportunidad para desarrollar e implementar soluciones y tecnologías desde el empresariado, que permitan hacer frente a los retos más grandes del mundo en materia de desarrollo sostenible. Estos permitirán redirigir los recursos de las inversiones públicas y privadas a nivel mundial hacia los retos que ellos representan. Al hacerlo, definen mercados crecientes para las empresas que puedan ofrecer soluciones innovadoras y un cambio transformador, haciendo uso de nuevas tecnologías como las relacionadas con la 4IR, al mismo tiempo que presentan un panorama global, de impacto ampliado y acordado entre los diferentes miembros adoptantes de los (ODS GRI, UNGLOBALCOMPACT, & WBCSD, 2015).

Es así como se presentarán los diferentes Objetivos y se identificará la forma como las tecnologías aportan al logro de las metas relacionadas por cada uno de estos, generando oportunidades no solo económicas, sino también sociales.

3.4.1 ¿Qué son los Objetivos de Desarrollo Sostenible?

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS, o SDG por sus siglas en inglés), corresponden a una iniciativa que nació en la conferencia de las Naciones Unidas de 2012 y que fue aprobada como un programa universal de 17 objetivos en el 2015 por sus miembros. Estos objetivos se crearon con el propósito de presentar, con carácter urgente a los países desarrollados y en vía de desarrollo, una guía para enfocar sus esfuerzos en responder a desafíos sociales, ambientales, políticos, y económicos. Estos objetivos, se crean como sustitutos de los Objetivos de Desarrollo del Milenio teniendo en cuenta que la meta establecida para estos se cumplía en 2015, estos establecían de manera general un acuerdo para abordar la pobreza extrema, el hambre, prevenir enfermedades mortales y ampliar la educación primaria a todos los niños, entre otras prioridades de desarrollo. (PNUD, 2016)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), se crean para definir prioridades y aspiraciones globales de desarrollo a 2030, partiendo de un llamado a los gobiernos, empresas y la sociedad civil para que encaminen sus acciones de manera creativa e innovadora en la construcción de oportunidad para todos dentro de los límites del planeta. Sin embargo, se plantea que su éxito dependerá en gran medida de la acción colaborativa de todos los actores conforme entiendan que estos son un marco general para dar forma, dirigir, comunicar y reportar sus estrategias, objetivos y actividades, permitiéndoles obtener beneficios como: identificar futuras oportunidades de negocio, aumentar el valor de la sostenibilidad corporativa, fortalecer y ampliar relaciones con aliados y posibles interesados, estabilizar las sociedades y los mercados, y finalmente, usar un lenguaje común y un propósito compartido. (SDG Compass, 2016).

A continuación, se enumeran los Objetivos de Desarrollo sostenible:

Objetivo 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas y en todo el mundo



I) En una década, la pobreza se ha reducido a la mitad, pero una de 8 personas seguía viviendo en la pobreza extrema en 2012.

II) De entre los trabajadores pobres, los jóvenes están en mayor riesgo de pobreza extrema.

III) Casi una de cada cinco personas recibe algún tipo de beneficio social en los países de bajos ingresos.

Objetivo 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible



I) Más de 790 millones de personas pasan hambre.

II) Uno de cada cuatro niños menores de 5 años padece desnutrición crónica o retraso del crecimiento, y la proporción de niños con sobrepeso ha aumentado un 20%.

III) Desde el año 2000, ha disminuido la ayuda a la agricultura.

Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar de todos a todas las edades



I) Las tasas de mortalidad materna, neonatal e infantil siguen siendo inaceptablemente altas.

II)La incidencia de enfermedades transmisibles ha disminuido, pero millones de personas se infectan cada año.

III)Aumentan las muertes por enfermedades cardiovasculares y cáncer.

IV) Las muertes por accidentes de tráfico aumentan en países de ingresos bajos y medianos.

Objetivo 4: Garantizar una educación inclusiva y equitativa de calidad y promover oportunidades de aprendizaje permanente para todos



I)Acceso desigual a la educación.

II)Se debería garantizar el acceso a nueva formación durante toda la vida.

Objetivo 5: Lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas



I)Disminuyen las tasas de matrimonio infantil.

II)Se siguen practicando la mutilación genital.

III)Sigue existiendo mucha desigualdad en el reparto de tareas no remuneradas. IV) Las mujeres siguen infrarrepresentadas en los parlamentos nacionales.

Objetivo 6: Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos



I)Aumenta el estrés por falta de agua.

II)Todavía el 100 % de las fuentes de agua no se administran de manera segura.

III)Un tercio de la población mundial no tiene estructuras de saneamiento.

IV)Los planes de gestión del agua son una realidad en la mayoría de los países.

Objetivo 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, fiable, sostenible y moderna para todos



I)Todavía 1.100 millones de personas no tienen acceso a electricidad.

II)El 40% de la población emplea combustibles insalubres para cocinar.

III)Aumenta el empleo de energía renovable.

IV)Se disocia el crecimiento del consumo eléctrico, pero no suficientemente rápido.

Objetivo 8: Promover el crecimiento económico sostenido inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos



I)Hay que crecer más para llegar al objetivo del 7% del PIB en los países menos desarrollados.

II)Las diferencias en productividad siguen siendo muy grandes.

III)Las mujeres tienen más probabilidad de estar desempleadas. IV) 2.000

millones de personas siguen sin acceso a servicios financieros.

Objetivo 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible, y fomentar la innovación



- I) El potencial de manufactura es una gran oportunidad de crecimiento.
- II) Disminuyen las emisiones de dióxido de carbono por unidad de valor.
- III) El gasto en I+D aumenta, pero desigualmente.
- IV) El acceso a internet sigue siendo bajo en zonas rurales.

Objetivo 10: Reducir la desigualdad en los países y entre ellos



- I) Algunos países recortan la desigualdad de ingresos.
- II) Disminuye la contribución laboral al PIB.
- III) Disminuyen las barreras arancelarias.
- IV) Disminuyen los costos de envío de remesas.

Objetivo 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles



- I) Un tercio de la población urbana de países en desarrollo vive en zonas marginales.

II) Gran parte del crecimiento urbano es descontrolado.

III) La contaminación de muchas zonas urbanas es peligrosamente alta.

IV) Aumentan las políticas de desarrollo urbano.

Objetivo 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles



I) Aumenta el uso de materias primas.

II) El consumo de recursos per cápita disminuye en los países desarrollados y crece en los países en desarrollo.

III) Aumentan los acuerdos internacionales en medio ambiente y desechos peligrosos.

Objetivo 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos



I) El Acuerdo de París sienta unas buenas bases para el desarrollo sostenible.

II) Un 70% de los países presentó planes de adaptación al cambio climático en París.

III) Crece la frecuencia e intensidad de los desastres naturales, afectando a más personas.

IV) 83 países cuentan con estrategias de gestión de desastres.

Objetivo 14: Conservar y utilizar sosteniblemente los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible



- I) Se frena la disminución de poblaciones sostenibles de peces.
- II) Se han cuadruplicado las zonas marinas y costeras protegidas desde el 2000.
- III) Importantes ecosistemas marinos están en alto riesgo de eutrofización (exceso de nutrientes causante de la disminución de oxígeno).

Objetivo 15: Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad



- I) La pérdida neta de bosques se ha reducido a la mitad.
- II) Aumentan las áreas protegidas para zonas clave de biodiversidad.
- III) La supervivencia de las especies está cada vez más amenazada.
- IV) El tráfico ilegal de especies y caza furtiva sigue siendo un problema importante.

Objetivo 16: Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y construir a todos los niveles instituciones eficaces e inclusivas que rindan cuentas



- I) Hay muchas diferencias en las tasas de homicidios entre regiones.
- II) Los niños, en su mayoría niñas, son el 30% de las víctimas de trata.
- III) El 30% de los encarcelados a nivel mundial lo están sin sentencia.
- IV) Uno de cada cuatro niños que nace no está inscrito en ningún registro

Objetivo 17: Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible



- I) Crece la Ayuda Oficial al Desarrollo (AOD).
- II) La carga de la deuda internacional disminuye.
- III) La mayor parte de la población de los países en desarrollo no tiene acceso a internet de alta velocidad.
- IV) Aumenta la contribución a la exportación de los países en desarrollo.
- V) Los aranceles de ropa y textiles siguen siendo muy altos.
- VI) Los recursos estadísticos nacionales necesitan actualización en muchos países.
- VII) No todos los países tienen censos de población y vivienda.

VIII) El registro de defunciones aún no es universal.

3.4.2 Alineación de los ODS

La Cuarta Revolución Industrial representa una oportunidad de innovar en la producción, aumentar la competitividad de las empresas y contribuir al mismo tiempo en el cumplimiento de la Agenda 2030 del PNUD. Para lograrlo, según el Foro Económico Mundial (2017), los líderes deberían adoptar una perspectiva estratégica, debido a que los mercados están demandando productos o servicios cada vez más personalizados y con enfoque sostenible, sin embargo, las presiones económicas están forzando a la industria manufacturera tradicional para reducir los costes. Este panorama está fomentando la creación de empresas de base tecnológica, que permiten innovar más rápido y mantenerse a la par del vertiginoso ritmo de cambio tecnológico que define a la Cuarta Revolución Industrial. Adicionalmente, la integración de la sostenibilidad con las nuevas tecnologías se convierte en un desencadenante de nuevo crecimiento, el aumento de la rentabilidad y mayor confianza entre los grupos de interés. (WEF, 2017).

Con el fin de aprovechar los diferentes beneficios que la cuarta revolución ofrece para el logro de las metas establecidas en los Objetivos de Desarrollo Sostenible, es importante desarrollar capacidades de liderazgo para cultivar una visión compartida y generar un cambio transformacional, Innovación colaborativa para fortalecer las relaciones con los socios, proveedores y clientes con el fin de generar nuevos modelos de negocio sostenibles, y además, generar un enfoque centrado en las personas para mejorar la vida de los seres humanos y promover la colaboración entre ellas y las comunidades. Por otro lado, se requiere alinear los actores económicos y sociales para generar acuerdos y desarrollar los mecanismos que impulsarán las tecnologías de la cuarta revolución hacia

el cumplimiento de los ODS y la obtención de sus diversos beneficios para la economía y la sociedad. (WEF, 2017).

En la siguiente gráfica se observan algunos ejemplos de desarrollos tecnológicos 4IR, que, aplicados a empresas tanto de “alta” como de “baja” tecnología pueden apalancar la competitividad de estas industrias con un enfoque sostenible. Muchos de estos desarrollos tienen elementos de las tres tecnologías priorizadas y en ellos se puede apreciar el valor que estas tienen en conjunto, aplicadas a necesidades reales.

Automotriz (9)	Electrónica (8)	Comida y bebidas (11)	Textiles, ropa y calzado (12)
Reciclaje de ciclo corto	Materiales electrónicos ecológicos	Agricultura de precisión	Agricultura de precisión
Plásticos y componentes biológicos	Desmontaje autónomo	Agricultura orgánica avanzada	Cuero biofabricado
Desmontaje robótico para remanufactura	Planta de fabricación de semiconductores 4.0	Edición del Genoma	Fibras naturales alternativas
Cobótica 2.0	Embalaje ecológico avanzado	Agricultura 5.0	Cultivos de fibras alteradas genéticamente
Metales impresos en 3D	Trazabilidad digital de minerales	Ingeniería celular y de tejidos	Materiales electrónicos ecológicos
Blockchain	Embalaje ecológico avanzado	Agricultura automatizada	Agricultura orgánica avanzada
Fuerza de trabajo aumentada	Trazabilidad digital de minerales	Tratamiento orgánico avanzado de aguas residuales	Poliéster ecológico de próxima generación
Gemelos digitales inteligentes	Diseño de electrónica avanzada automatizado	Trazabilidad y control de la cadena de suministro	Suprarreciclaje de textiles
Almacenaje inteligente	Diseño de electrónica avanzada automatizado	Agricultura vertical	Blockchain para moda
	Electrónica impresa en 3D	Impresión 3D de comida	Fábrica de calzado 5.0
	Fábricas casi completamente automatizadas (near-dark)	Empaques avanzados según la economía de la oferta	Costura automática
			Fábricas potenciadas con nanotecnología

Figura 40 Desarrollos tecnológicos de la Cuarta Revolución para generar competitividad y valor con enfoque sostenible. Adaptado de (WEF, 2019)

3.4.3 Priorización

Teniendo en cuenta que las tecnologías 4IR son habilitadoras de oportunidades, al permitir la construcción de nuevas soluciones con

enfoques que antes no era posible adoptar, pero que su impacto puede ser diferente teniendo en cuenta las metas y campo de acción identificado para el objetivo, se presenta como necesario el identificar aquellos objetivos en los cuales las tecnologías tienen un impacto directo que apalanque el logro de este, para de esta forma desencadenar las oportunidades que el ODS abre y que la tecnología permite habilitar.

De esta forma, y mediante una ronda de priorización con los expertos del C4IR, que se explica en el ANEXO I Metodologías, se identificó un grupo de Objetivos que pueden ser abordados inicialmente por las tecnologías 4IR, de forma que se pueda optimizar su impacto directo y medir de manera efectiva la forma como estas aportan al logro. Esto no quiere decir que los demás objetivos no son afectados por la aplicación de soluciones tecnológicas 4IR, puesto que estas son transversales a multiplicidad de aplicaciones, pero sí indica cuáles serán los focos iniciales en los cuales se centrará la acción de estas.

En la siguiente tabla se pueden observar aquellos ODS priorizados.

Tablas 6 y 7: ODS priorizados y apoyados por la tecnología. Fuente elaboración propia.

Objetivos donde las tecnologías 4IR tienen impacto directo en los indicadores			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ODS 2: Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.		ODS 6: Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.
	ODS 7: Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.		ODS 9: Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.

	ODS 11: Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.
--	--

Objetivos donde las tecnologías 4IR tienen impacto indirecto en los indicadores			
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	ODS 1: Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.		ODS 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.
	ODS 4: Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.		ODS 5: Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas
	ODS 8: Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.		ODS 10: Reducir la desigualdad en y entre los países.
	ODS 12: Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.		ODS 13: Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.
	ODS 14: Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.		ODS 15: Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras y detener la pérdida de biodiversidad.
	ODS 16: Promover sociedades justas, pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, brindar acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas en todos los niveles.		ODS 17: Fortalecer los medios de implementación y revitalizar la Alianza Mundial para el Desarrollo Sostenible.

3.4.4 Dimensión del impacto

Además de ser grandes desafíos que exigirán cambios fundamentales en la forma como vivimos, trabajamos y hacemos negocios, los ODS también se configuran como oportunidades que se abren para la construcción de nuevas formas de hacer las cosas, proporcionando una nueva visión de las necesidades globales y traduciéndolas en oportunidades de negocio. Las tecnologías 4IR no son ajenas a esto puesto que tendrán un papel importante en el desarrollo de plataformas y aplicaciones que permitan apalancar el cumplimiento de las métricas clave de los ODS en los próximos años.

Dimensión económica global

De esta forma, la investigación realizada por la Comisión de Negocios y Desarrollo Sostenible (Better Business, Better World), presenta la construcción de modelos de negocios sostenibles e inclusivos como habilitante de oportunidades económicas significativas. Al revisar de manera preliminar cuatro ecosistemas económicos, Alimentos y agricultura, Ciudades, Energía y materiales, y Salud y bienestar, identificaron que las 60 mayores oportunidades relacionadas con el crecimiento de estos ecosistemas podrían generar ingresos y ahorros comerciales por un valor de al menos USD 12 millones de millones al año para 2030 y generar hasta 380 millones de empleos (PwC, 2017b). Estas oportunidades basadas en sostenibilidad, presentadas en la siguiente gráfica, darán lugar a identificar como las tecnologías 4IR podrán tener un espacio protagónico en el apalancamiento de estos ecosistemas, y, por ende, una participación en la generación de valor proyectada, tal como se podrá evidenciar adelante en el documento. Es así como la sostenibilidad se convierte más allá de una cualidad deseable, en un reto de mercado que puede ser habilitado y potenciado desde las tecnologías 4IR.

	ALIMENTACIÓN Y AGRICULTURA	CIUDADES	ENERGÍA Y MATERIALES	SALUD Y BIENESTAR
1	Reducir el desperdicio de alimentos en la cadena de valor	Vivienda asequible	Modelos circulares - automoción	Puesta en común de los riesgos
2	Servicios de los ecosistemas forestales	Eficiencia energética: edificios	Expansión de las energías renovables	Monitorización remota de pacientes
3	Mercados de alimentos de bajos ingresos	Vehículos eléctricos e híbridos	Modelos circulares - electrodomésticos	Tele salud
4	Reducir el desperdicio de alimentos de los consumidores	Transporte público en las zonas urbanas	Modelos circulares - electrónica	Genómica avanzada
5	Reformulación del producto	Compartir el coche	Eficiencia energética - industrias no intensivas en energía	Servicios de actividades
6	La tecnología en las grandes explotaciones	Equipos de seguridad vial	Sistemas de almacenamiento de energía	Detección de medicamentos falsificados
7	Interruptor dietético	Vehículos autónomos	Recuperación de recursos	Control del tabaco
8	Acuicultura sostenible	Eficiencia de combustible de vehículos ICE	Eficiencia del acero en el uso final	Programas de control de peso
9	La tecnología en las pequeñas explotaciones agrícolas	Construir ciudades resilientes	Eficiencia energética - industrias con uso intensivo de energía	Mejor manejo de la enfermedad
10	Microrriego	Fuga de agua municipal	Captura y almacenamiento de carbono	Registros médicos electrónicos
11	Restauración de tierras degradadas	Turismo cultural	Acceso a la energía	Mejora de la salud materno infantil
12	Reducción de los residuos de envases	Medición inteligente	Productos químicos ecológicos	Entrenamiento para el cuidado de la salud
13	Intensificación de la ganadería	Infraestructura de agua y saneamiento	Fabricación de aditivos	Cirugía de bajo costo
14	Agricultura urbana	Uso compartido de oficinas	Contenido local en extractivos	
15		Construcciones de madera	Infraestructura compartida	
16		Construcciones duraderas y modulares	Rehabilitación de minas	
17			Interconexión de redes	

Figura 41 principales oportunidades de mercado relacionados con los ODS. Adaptada de Business & Sustainable Development Commission. (2017)

Es así como soluciones relacionadas con sistemas de movilidad, donde intervienen tecnologías como las relacionadas con vehículos eléctricos e híbridos, sistemas de transporte público urbano, transporte compartido, equipos de seguridad en carretera, vehículos autónomos e incremento en la eficiencia en motores de combustión interna, tecnologías con un alto aporte de tecnologías como IoT e Inteligencia Artificial, se espera

que tengan un impacto de mercado a 2030 de más de USD 2,020 miles de millones; por su parte, los sistemas relacionados con nuevas soluciones para el cuidado en salud, se espera que generen más de USD 1,650 miles de millones, con su respectivo aporte desde las tres tecnologías priorizadas por el C4IR

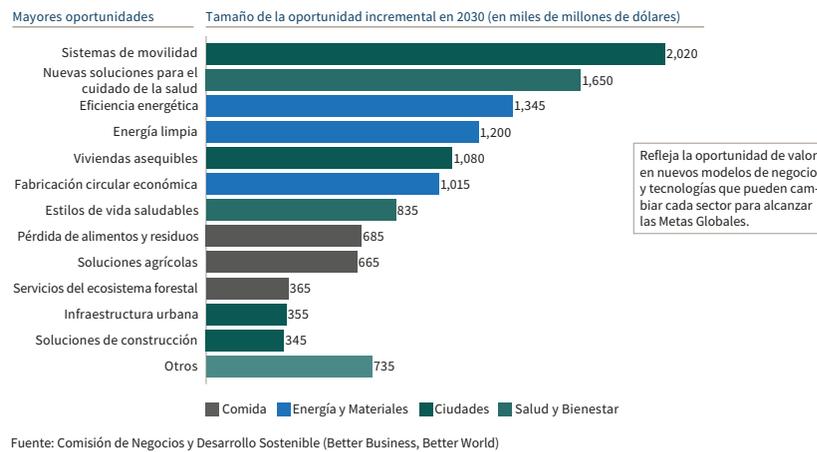


Figura 42 Oportunidades en los ODS. Gráfico adaptado de PwC (2017)

Diversas convergencias tecnológicas generan diferentes soluciones que aportan de múltiples formas a los objetivos de desarrollo sostenible, pero también es importante reconocer que no todos los ODS tienen el mismo enfoque, esto es, algunos están más enfocados a los impactos económicos, otros son más sociales y también los hay con un claro enfoque ambiental. De esta forma, los ODS cubren múltiples esferas de la sociedad, y se complementan entre sí.

Impacto económico



Impacto Social



Impacto ambiental



Figura 43 ODS vinculados por tipo de impacto. Gráfico adaptado de Accenture (2018)

En este sentido, si se analiza la contribución de esfuerzos entre los ODS, las iniciativas de ciencia, tecnología e innovación -CTei, de la ONU se concentran en el grupo de ODS (Meta 2, 4, 9, 13), mientras que algunas ODS reciben menos recursos de este tipo de iniciativas (Meta 1, 5, 10, 16). Para los Objetivos 1, 2, 6, 11, 12, 14 se identifican mayores esfuerzos económicos en las actividades de CTI internacionales que nacionales o locales. Los aportes para las actividades “secundarias” de CTei superan las iniciativas “primarias”, por lo que la contribución es más indirecta, en el caso de los ODS 1, 4, 8 a nivel nacional, y los ODS 14 y 15 a nivel internacional. Por su parte, la ONUDI y la OMPI se centran en menor grupo de objetivos a nivel local. La UIT y la FAO cubren los ODS de manera amplia. La UN

Environment y BM cubren objetivos generales que combinan iniciativas locales e internacionales (IATT-STI, 2017).

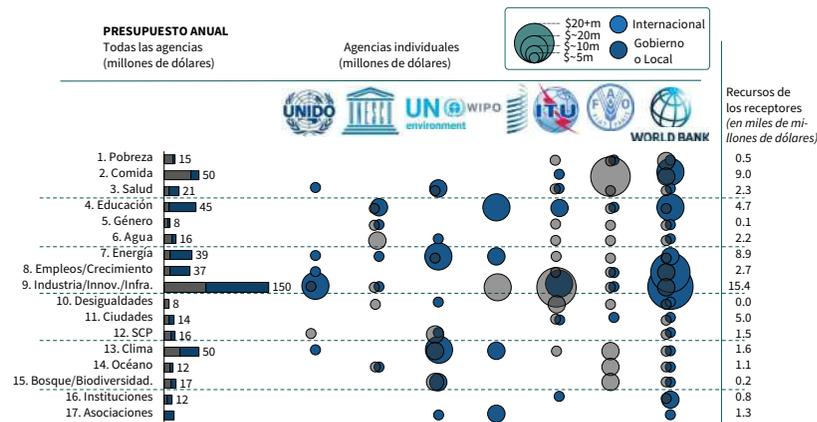


Figura 44 Estimado de la contribución de CTel respecto a los ODS, desde el punto de vista de las principales agencias CTel. Adaptado de (IATT-STI, 2017)

Es importante observar cómo se ha comportado la inversión en CTel enfocada a los ODS, donde se evidencia una sobre cobertura de los ODS 2, 3 y 7, mientras que objetivos como el fin de la pobreza, el cierre de la brecha de género y la reducción de inequidades además de los esquemas de generación de redes, han tenido un poco despliegue, presentando así una oportunidad de mercado bastante grande.

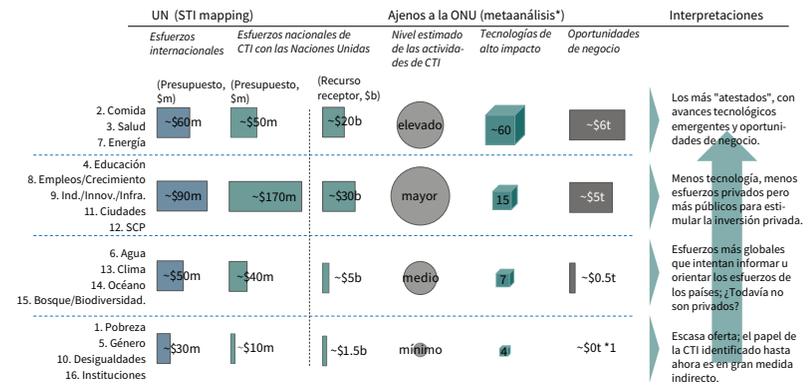


Figura 45 Fuentes de implementación de soluciones CTel, adaptado de (IATT-STI, 2017)

Por otra parte, es importante conocer como se dimensionan cada uno de los ODS priorizados, para de esta forma poder vislumbrar el posible aporte de las tecnologías 4IR en cada uno de ellos.

Dimensión por ODS



Hambre Cero

Debido al rápido crecimiento económico y al aumento de la productividad agrícola en las últimas dos décadas, el número de personas desnutridas disminuyó casi a la mitad. Pero todavía el hambre y la desnutrición siguen siendo grandes obstáculos para el desarrollo de muchos países.

Se espera que la población mundial llegue a 8.500 millones de personas para 2030. De estos, Naciones Unidas estima que cerca de 800 millones estarían en condición de malnutrición en la actualidad, de los que más de la mitad corresponden a aquellos que dedican sus vidas a producir

alimentos para los demás. Los pequeños granjeros, propietarios de 2 o menos hectareas de tierra, y que producen más del 40 % de los alimentos del mundo, son particularmente vulnerables a los riesgos climáticos y a la inseguridad alimenticia. A menudo como consecuencia directa de la degradación ambiental, la sequía y la pérdida de biodiversidad.

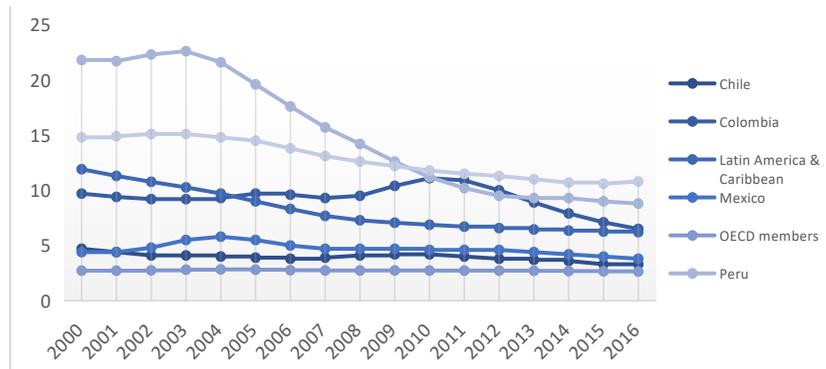


Figura 46 Porcentaje de población en condición de malnutrición. Elaboración propia con datos UN (2019)

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible buscan terminar con todas las formas de hambre y desnutrición para 2030 y velar por el acceso de todas las personas, en especial los niños, a una alimentación suficiente y nutritiva durante todo el año. Esta tarea implica promover prácticas agrícolas sostenibles a través del apoyo a los pequeños agricultores y el acceso igualitario a la tierra, la tecnología y los mercados. Además, se requiere el fomento de la cooperación internacional para asegurar la inversión en la infraestructura y la tecnología necesaria para mejorar la productividad agrícola.

Por su parte, FAO (2012) pronostica que la producción agrícola debe duplicarse al menos para 2050 para evitar la escasez masiva de alimentos.

Para esto, la AI, los sensores IoT, la robótica y la biología sintética, en particular, presentan una gran oportunidad para mejorar la productividad y la resistencia de los cultivos, y optimizar a su vez la distribución de alimentos. Por ejemplo, Phytech está optimizando la producción de cultivos con su “Planta de IoT”, que envía información y advertencias a los teléfonos inteligentes de los agricultores.

De esta forma, las tecnologías emergentes, como las priorizadas en este informe para la 4IR, tienen un futuro promisorio abordando desafíos como la falta de experiencia en el desarrollo de soluciones con las tecnologías, el cambio climático, la optimización de recursos y la confianza del consumidor. En este sentido, para la agricultura digital, el desafío clave será extraer información precisa y procesable de estas tecnologías innovadoras y sus flujos de datos resultantes, afianzar la toma de decisiones automatizadas y la acción para el incremento de la productividad y competitividad agraria.

Por ejemplo, se pueden promover vínculos a lo largo de la cadena de valor alimentaria, a través de la prestación de servicios móviles, big data, IoT y la trazabilidad habilitada por blockchain; fomentar la creación de sistemas de producción efectivos, a través de sensores de agua, edición de genes y otros avances científicos que hacen que la agricultura sea más precisa y de alto rendimiento.

Juntas, estas innovaciones tienen el potencial de transformar un sector que se caracteriza en muchas partes del mundo por la pobreza y el desperdicio.

Pero el potencial de las tecnologías de la Cuarta Revolución Industrial para avanzar en el desarrollo sostenible en las zonas rurales no puede darse por sentado. Aunque la producción mundial de alimentos se cuadruplicó entre 1960 y 2010, en gran parte gracias a la tecnología y la expansión del

comercio, esto no condujo a mejores resultados para los productores de alimentos, los consumidores o el medio ambiente.

Dimensión aproximada de la malnutrición y el hambre en el mundo

- Estados Unidos y Europa: 14,7 millones de personas
- África: 232,5 millones de personas
- América Latina y el Caribe: 34,3 millones de personas
- Oceanía: 1,4 millones de personas

¿Cuánto costará alcanzar las metas?

Para poner fin al hambre en el mundo en 2030, se estima necesario invertir aproximadamente USD 267.000 millones más al año (UN, 2016). Será necesario invertir en las zonas rurales y urbanas y en protección social, a fin de que los pobres tengan acceso a los alimentos y puedan mejorar sus medios de vida.



Agua limpia y saneamiento

La escasez de agua afecta a más del 40 por ciento de la población mundial, una cifra alarmante que probablemente crecerá con el aumento de las temperaturas globales producto del cambio climático. Aunque 2.100 millones de personas han conseguido acceso a mejores condiciones de agua y saneamiento desde 1990, la decreciente disponibilidad de agua potable de calidad es un problema importante que aqueja a todos los continentes.

Cada vez más países están experimentando estrés hídrico, y el aumento de las sequías y la desertificación ya está empeorando estas tendencias.

Se estima que al menos una de cada cuatro personas se verá afectada por escasez recurrente de agua para 2050.

Con el fin de garantizar el acceso universal al agua potable segura y asequible para todos en 2030, es necesario realizar inversiones adecuadas en infraestructura, proporcionar instalaciones sanitarias y fomentar prácticas de higiene.

Asegurar el agua potable segura y asequible universal implica llegar a más de 800 millones de personas que carecen de servicios básicos y mejorar la accesibilidad y seguridad de los servicios por más de dos mil millones.

En 2015, 4.500 millones de personas carecían de servicios de saneamiento administrados de manera segura (con excrementos adecuadamente dispuestos o tratados) y 2.300 millones carecían incluso de saneamiento básico.

Dimensión aproximada del reto del agua limpia y saneamiento.

- El 71% de la población mundial, 5.200 millones de personas, tenía agua potable administrada de manera segura en 2015, pero 844 millones de personas aún carecían incluso de agua potable básica.
- El 39% de la población mundial, 2,9 mil millones de personas, tenía saneamiento seguro en 2015, pero 2,3 mil millones de personas aún carecían de saneamiento básico. 892 millones de personas practicaron la defecación al aire libre.
- El 80% de las aguas residuales se vierte en vías fluviales sin un tratamiento adecuado.
- El estrés hídrico afecta a más de 2 mil millones de personas, y se

proyecta que esta cifra va a aumentar.

- El 80% de los países ha sentado las bases para la gestión integrada de los recursos hídricos.
- El mundo ha perdido el 70% de sus zonas húmedas naturales en el último siglo.

¿Cuánto costará alcanzar las metas?

Un estudio realizado por el Grupo Banco Mundial, el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF) y la Organización Mundial de la Salud (OMS) calcula que la ampliación de los servicios básicos de agua y saneamiento a las poblaciones desatendidas costaría 28.400 millones de dólares al año entre 2015 y 2030, o el 0,10 % de la producción total de los 140 países incluidos en el estudio.

El impacto económico de no invertir en agua y saneamiento se calcula en el 4,3 % del producto interno bruto (PIB) de toda África Subsahariana. El Banco Mundial estima que el PIB de la India se reduce en un 6,4 % debido a las consecuencias y los costos económicos de la falta de saneamiento.



Energía asequible y no contaminante

La energía es fundamental para casi todos los grandes desafíos y oportunidades a los que hace frente el mundo actualmente. Ya sea para el empleo, la seguridad, el cambio climático, la producción de alimentos o para aumentar los ingresos. El acceso universal a la energía es esencial.

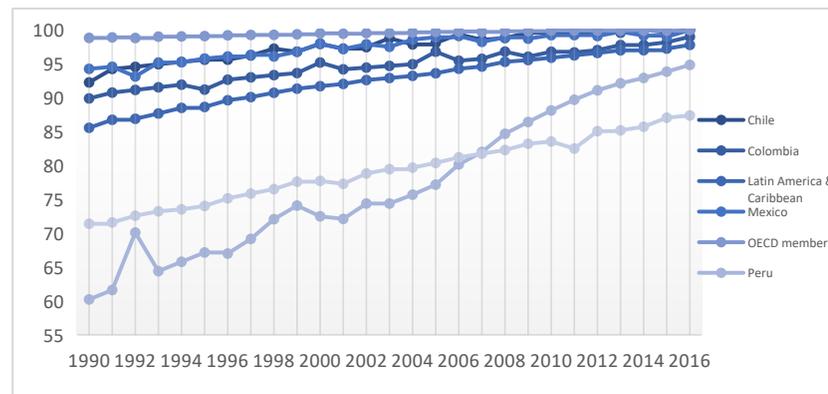


Figura 47 Porcentaje de la población con acceso a la electricidad. Elaboración propia con datos UN (2019)

Entre 2000 y 2016, la cantidad de personas con acceso a energía eléctrica pasó de 78 % a 87 %, y el número de personas que no contaban con el servicio bajó a poco menos de mil millones. Sin embargo, a la par con el crecimiento de la población mundial, también lo hará la demanda de energía accesible, y una economía global dependiente de los combustibles fósiles está generando cambios drásticos en nuestro clima, teniendo en cuenta que la generación de energía eléctrica es la responsable de más del 60 % de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Para alcanzar el ODS7 para 2030, es necesario entonces invertir en fuentes de energía limpia, como la solar, eólica y termal y mejorar la productividad energética.

Trabajar para alcanzar las metas de este objetivo es especialmente importante ya que afecta directamente en la consecución de otros objetivos de desarrollo sostenible. Es vital apoyar nuevas iniciativas económicas y laborales que aseguren el acceso universal a los servicios de energía modernos, mejoren el rendimiento energético y aumenten

el uso de fuentes renovables para crear comunidades más sostenibles e inclusivas y para la resiliencia ante problemas ambientales como el cambio climático.

El acceso a tecnologías y combustibles menos contaminantes para cocinar pasó del 56,5 % en 2012 al 57,4 % en 2014, un crecimiento todavía tímido. Más de 3.000 millones de personas, la mayoría de Asia y África Subsahariana, todavía cocinan con combustibles muy contaminantes y tecnologías poco eficientes.

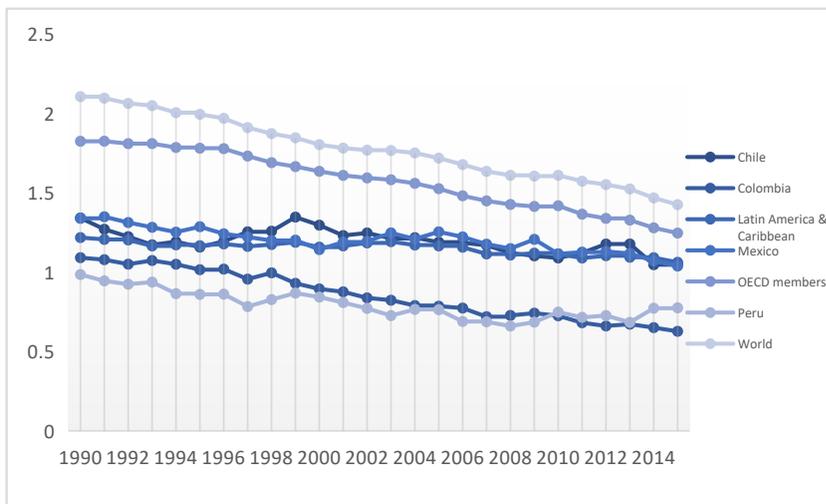


Figura 48 Economías intensas en energía. Elaboración propia con datos UN (2019)

La situación ha mejorado en la última década: la proporción de la energía renovable ha aumentado respecto al consumo final gracias al uso de fuentes de energía como la hidroeléctrica, la solar y la eólica. Por otra parte, la proporción de energía utilizada por unidad de PIB también está disminuyendo, lo que habla de incrementos en la eficiencia energética.

Sin embargo, el avance en todos los ámbitos de la energía sostenible no está a la altura de lo que se necesita para lograr su acceso universal y alcanzar las metas de este Objetivo. Se debe aumentar el uso de energía renovable en sectores como el de la calefacción y el transporte. Asimismo, son necesarias las inversiones públicas y privadas en energía; así como mayores niveles de financiación y políticas con compromisos más retadores, además de la buena disposición de los países para adoptar nuevas tecnologías en una escala mucho más amplia (UN, 2016)

Por su parte, los rápidos avances en AI, blockchain, materiales avanzados para paneles solares y tecnología de baterías (específicamente baterías de iones de litio) hacen que soluciones como las minirredes de energía renovable tengan el potencial de ser opciones baratas para conectar 290 millones de personas en las zonas antes mencionadas.

En términos más generales, las tecnologías de AI, blockchain e IoT tienen el potencial de permitir una proporción mucho mayor de energías renovables en las redes eléctricas centralizadas, así como optimizar los sistemas de energía descentralizados en todo el mundo. AI e IoT combinados pueden ofrecer un monitoreo inteligente y una gestión activa de un sistema de energía, por ejemplo, optimizando el uso de energía al automatizar la respuesta de los precios a las señales del mercado; o coordinar operaciones de un grupo de redes de energía descentralizadas para mejorar la eficiencia operativa y reducir el desperdicio.

Estas soluciones mejorarán la eficiencia, traerán opciones de energía más limpia a los mercados globales y reducirán los costos al tiempo que incrementan la eficiencia. Las soluciones de Blockchain también se pueden agrupar en soluciones descentralizadas para proporcionar una plataforma para el comercio de energía entre pares, como LO3 y sus soluciones de microrred.

Dimensión aproximada del reto energético en el mundo

- 1 de cada 7 personas aún no tiene acceso a la electricidad; la mayoría de ellos vive en áreas rurales del mundo en desarrollo.
- La energía es uno de los grandes contribuyentes al cambio climático, y representa alrededor del 60% de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.
- Estándares de energía más eficientes podrían reducir el consumo de electricidad de los edificios y la industria en un 14%.
- Más del 40% de la población mundial, 3 mil millones de personas, dependen de combustibles contaminantes e insalubres para cocinar.
- A 2015, más del 20% de la energía se generaba a través de fuentes renovables.
- El sector de energías renovables empleó cerca de 10,3 millones de personas en 2017.

¿Cuánto costará alcanzar las metas?

El mundo debe triplicar su inversión anual en infraestructuras de energía sostenible y pasar de los USD 400.000 millones actuales a USD 1,25 mil millones de dólares en 2030.

Las regiones con mayor déficit energético son el África Subsahariana y Asia Meridional, en estas se debe enfocar inicialmente las acciones. Ello incluye, de manera preliminar, hacer mayores esfuerzos para encontrar alternativas limpias, eficientes y asequibles a las cocinas que son perjudiciales para la salud.



Industria, Innovación e Infraestructura

La inversión en infraestructura y la innovación son motores fundamentales del crecimiento y el desarrollo económico, permitiendo generar economías robustas.

Con más de la mitad de la población mundial viviendo en ciudades, el transporte masivo y la energía renovable son cada vez más importantes, así como también el crecimiento de nuevas industrias y de las tecnologías de la información y las comunicaciones. Estas son fundamentales para lograr un desarrollo sostenible, empoderar a las sociedades de numerosos países, fomentar una mayor estabilidad social y conseguir ciudades más resistentes al cambio climático.

Los avances tecnológicos también son esenciales para encontrar soluciones permanentes a los desafíos económicos y ambientales, al igual que la oferta de nuevos empleos y la promoción de la eficiencia energética. Otras formas importantes para facilitar el desarrollo sostenible son la promoción de industrias sostenibles y la inversión en investigación e innovación científicas.

El sector manufacturero es un impulsor importante del desarrollo económico y del empleo. En la actualidad, sin embargo, el valor agregado de la industrialización per cápita es solo de 100 dólares en los países menos desarrollados en comparación con más de 4500 dólares en Europa y América del Norte. Otro factor importante para considerar es la emisión de dióxido de carbono durante los procesos de fabricación. Las emisiones han disminuido en la última década en muchos países, pero esta disminución no ha sido uniforme en todo el mundo.

Más de 4.000 millones de personas aún no tienen acceso a Internet y el 90 % proviene del mundo en desarrollo. Reducir esta brecha digital es crucial

para garantizar el acceso igualitario a la información y el conocimiento, y promover la innovación y el emprendimiento.

El progreso tecnológico debe estar en la base de los esfuerzos para alcanzar los objetivos medioambientales, como el aumento de los recursos y la eficiencia energética. Sin tecnología e innovación, la industrialización no ocurrirá, y sin industrialización, no habrá desarrollo. Es necesario invertir más en productos de alta tecnología que dominen las producciones manufactureras para aumentar la eficiencia y mejorar los servicios celulares móviles para que las personas puedan conectadas.

Dimensión aproximada del reto de Industria, innovación e infraestructura

- En todo el mundo, 2.300 millones de personas carecen de acceso a saneamiento básico y casi 800 millones de personas carecen de acceso a agua potable.
- En algunos países africanos de bajos ingresos, las limitaciones de infraestructura reducen la productividad de las empresas en alrededor del 40 %.
- 2.6 mil millones de personas en países en desarrollo no tienen acceso permanente a electricidad.
- Más de 4 mil millones de personas aún no tienen acceso a Internet; 90 % de ellos están en el mundo en desarrollo.
- Los sectores de energía renovable actualmente emplean a más de 2,3 millones de personas; el número podría llegar a 20 millones para 2030.
- En los países en desarrollo, apenas el 30 % de los productos agrícolas

se someten a procesamiento industrial, en comparación con el 98% de los países de altos ingresos.

¿Cuánto costará alcanzar las metas?

El precio de no actuar es gigantesco, teniendo en cuenta el aporte que este objetivo tiene en muchos de los demás. Poner fin a la pobreza, por ejemplo, sería más difícil, debido al papel que la industria tiene como motor principal de la agenda mundial para el desarrollo, en la erradicación de la pobreza y en la promoción del desarrollo sostenible.

Además, el hecho de no mejorar las infraestructuras ni promover la innovación tecnológica podría dar como resultado una deficiente asistencia sanitaria, un insuficiente saneamiento y un acceso limitado a la educación, entre otros.



Ciudades y comunidades sostenibles

En los últimos decenios, el mundo ha experimentado un crecimiento urbano sin precedentes. En 2015, cerca de 4.000 millones de personas vivía en ciudades y se prevé que ese número aumente hasta unos 5.000 millones para 2030, se espera que dos tercios de la humanidad se encuentren viviendo en ciudades a 2050. No es posible lograr un desarrollo sostenible sin transformar radicalmente la forma en que construimos y administramos los espacios urbanos. Se necesita mejorar, por tanto, la planificación y la gestión urbanas para que los espacios urbanos del mundo sean más inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.

El rápido crecimiento de las urbes en el mundo en desarrollo -como resultado de la creciente población y del incremento en la migración- ha

provocado un incremento explosivo de las mega urbes, especialmente en el mundo desarrollado, y los barrios marginales se están convirtiendo en una característica más significativa de la vida urbana.

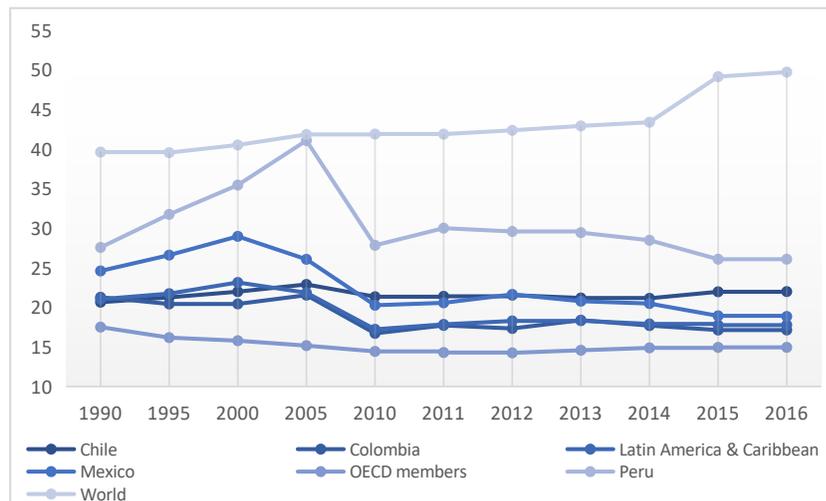


Figura 49 Material particulado en aire. Gráfico adaptado de UN (2019)

Ahora bien, son muchos los problemas que existen para mantener ciudades de manera que se sigan generando empleos y siendo prósperas sin ejercer presión sobre la tierra y los recursos. Los problemas comunes de las ciudades son la congestión, la falta de fondos para prestar servicios básicos, la falta de políticas apropiadas en materia de tierras y vivienda y el deterioro de la infraestructura.

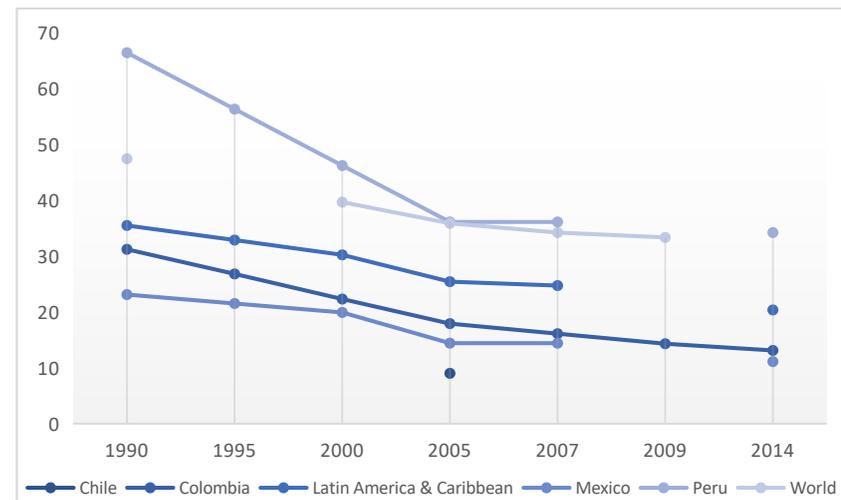


Figura 50 Porcentaje de población viviendo en condiciones urbanas precarias. Gráfico adaptado de UN (2019)

Los problemas que enfrentan las ciudades, como la recogida y la gestión seguras de los desechos sólidos, se pueden vencer de manera que les permita seguir prosperando y creciendo, y al mismo tiempo aprovechar mejor los recursos y reducir la contaminación y la pobreza. Un ejemplo de esto es el aumento en los servicios municipales de recogida de desechos. El futuro incluye ciudades de oportunidades, con acceso a servicios básicos, energía, vivienda, transporte y más facilidades para todos.

Mejorar la seguridad y la sostenibilidad de las ciudades implica garantizar el acceso a viviendas seguras y asequibles y el mejoramiento de los asentamientos marginales. También incluye realizar inversiones en transporte público, crear áreas públicas verdes y mejorar la planificación y gestión urbana de manera que sea participativa e inclusiva.

Dimensión aproximada del reto de ciudades y comunidades sostenibles

- 4,5 mil millones de personas, el 55% de la población mundial, vive en ciudades. Para 2050 se espera que la población urbana alcance los 6,5 mil millones.
- Las ciudades ocupan solo el 3% de la tierra, pero representan del 60 al 80% del consumo de energía y al menos el 70% de las emisiones de carbono.
- Se estima que 828 millones de personas viven en barrios marginales, y el número va en aumento.
- En 1990, había 10 ciudades con 10 millones de habitantes o más; en 2014, el número de megaciudades había llegado a 28, y se esperaba que alcance 33 en 2018. En el futuro, 9 de cada 10 megaciudades se encontrarán en el mundo en desarrollo.
- En las próximas décadas, el 90% de la expansión urbana tendrá lugar en el mundo en desarrollo.
- El rol económico de las ciudades es significativo, generando alrededor del 80% del PIB global.

¿Cuánto costará alcanzar las metas?

El costo de una deficiente planificación urbanística puede apreciarse en los barrios marginales, el intrincado tráfico, las emisiones de gases de efecto invernadero y los extensos suburbios de todo el mundo. Los barrios marginales son un lastre para el PIB y reducen la esperanza de vida de sus habitantes.

Al optar por actuar de manera sostenible es necesario construir ciudades donde todos los ciudadanos disfruten de una digna calidad de vida y formar

parte de la dinámica productiva de la ciudad generando prosperidad compartida y estabilidad social sin perjudicar el medio ambiente.

El costo es mínimo en comparación con los beneficios. Por ejemplo, la creación de una red de transporte público funcional es costosa, pero los beneficios son enormes en términos de actividad económica, calidad de la vida, medio ambiente y éxito general de una ciudad intercomunicada.

Impacto de las tecnologías 4IR en los ODS

Tabla 8 Relación de la tecnología con los ODS. Fuente: Elaboración propia.

ODS	Relación con la tecnología	Ejemplo
ODS 2: Hambre cero	La tecnología IoT puede monitorear las condiciones ambientales y del suelo, lo que reduce los posibles daños a los cultivos y mejora la productividad agrícola mediante el uso de grandes cantidades de datos (big data). También permite que los agricultores accedan a información y conocimientos capaces de optimizar la productividad y el rendimiento de sus cultivos, como los tratamientos agrícolas y el pronóstico del tiempo. Los beneficios que los agricultores obtienen de la aplicación de IoT en la agricultura son dobles. Primero, estos sistemas los ayudan a reducir costos de producción y residuos mediante un mejor uso de los insumos. Además, la tecnología IoT puede aumentar los rendimientos al facilitar la toma de decisiones con datos más precisos.	AI: un área donde la AI tiene un interesante potencial está en la mejora en la eficiencia agrícola. Por ejemplo, avances en reconocimiento de imágenes permitirán escanear miles de imágenes de plantas individuales o áreas de cultivo, para identificar enfermedades presentes, solo con usar tecnologías disponibles como smartphones, logrando un porcentaje de éxito cercano al 99 % Blockchain: Los programas de ayuda de la ONU han sufrido innumerables casos de fraude, problemas por trámites burocráticos, elevadas tarifas administrativas y mala administración de fondos. Con el fin de proporcionar la cantidad máxima de ayuda a quienes más la necesitan, el Programa Mundial de Alimentos (WFP) implementó un proyecto piloto en 2017 llamado “Building Blocks”. Fue un experimento temprano que permitió la transferencia de alimentos y efectivo del WF en una cadena de bloques pública de Ethereum a través de una aplicación de teléfono inteligente a familias vulnerables en Pakistán, abordando el Objetivo ODS No1 y 2- pobreza y hambre. (WFP, 2019)

ODS 3: Salud y bienestar	El uso de la tecnología IoT para monitorear y administrar la salud humana y el estado físico se están expandiendo rápidamente. Se estima que hoy en día 130 millones de consumidores de todo el mundo usan rastreadores de ejercicios físicos (McKinsey, 2015).	IoT: Las soluciones de salud de IoT también se han adoptado con éxito en la región de ALC, especialmente en Chile, Colombia y Brasil (ICT Intelligence Service Americas, 2018). En República Dominicana, uno de los países latinoamericanos con la tasa más alta de muertes maternas y neonatales, los sensores de IoT, que controlan hasta 20 parámetros biométricos, se utilizan para detectar el trastorno de preclamsia y, por lo tanto, para reducir la tasa de mortalidad infantil. En México, las aplicaciones de IoT se han utilizado en un área tan importante como la rehabilitación física.
ODS 7: Energía	Las redes y la logística inteligentes reducen el consumo de energía. Los contadores inteligentes proporcionan a los hogares una herramienta que mejora la concientización acerca del uso de energía. Las lavadoras y secadoras conectadas (que trabajan con contadores inteligentes y IoT) podrían obtener información sobre los precios de la energía para retrasar el consumo durante las horas pico.	Considérense los ejemplos de Chile y México, donde el uso de cantidades importantes de datos recopilados a través de la digitalización de sistemas permite a las compañías de energía aumentar la eficiencia. Colombia y Chile lideran la adopción de contadores de electricidad inteligentes
ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico	De acuerdo con Frontier (Frontier Economics, 2018), un aumento del 10% en las conexiones M2M generaría un incremento del PIB de US\$370.000 millones en Alemania y de US\$2.260 millones en Estados Unidos en los próximos 15 años (2018–32). De manera similar, se espera que el 5G permita una producción global de US\$12.300 millones a nivel mundial para 2035 (4,6% de toda la producción global real en ese año) (IHS Economics e IHS Technology, 2018).	La automatización impulsada por AI puede reemplazar algunos trabajos repetitivos, pero además tiene el potencial de crear nuevos trabajos que aún no han sido imaginado.

ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles	El Índice de Ciudades Sostenibles ha identificado lo digital como una métrica clave para calcular el progreso de las ciudades en este ODS. Los indicadores incluyen la disponibilidad de aplicaciones móviles de transporte, el costo de las conexiones de banda ancha, la conectividad móvil y de banda ancha, entre otros.	Buenos Aires, Ciudad de México, Lima y Santiago forman parte del grupo de “ciudades evolutivas”. Este grupo se desempeña bastante mal en capacidades digitales y esto limita fuertemente su desempeño general en sostenibilidad. De entre 100 ciudades (siendo 1 el ranking de la mejor y 100 el de la peor), todas se ubican entre las posiciones 77 y 85.
ODS 12: Consumo y producción responsables	Reducir la huella ecológica significa lograr un consumo y una producción sostenibles. Al ser la agricultura una de las actividades económicas que consumen más agua, se necesitarán cambios significativos para lograr este ODS. La tecnología y las nuevas soluciones de IoT en la agricultura desempeñan un papel crucial en este sentido.	AI: Colombia, uno de los mayores exportadores de bananas del mundo, está desarrollando un proyecto de agricultura inteligente con sensores remotos en las plantaciones. Al monitorear diferentes condiciones climáticas, se optimiza el uso del agua, se previenen las plagas y las enfermedades, y se reduce el consumo de fertilizantes

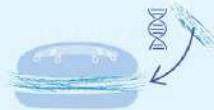
Es importante también el no desconocer que las tecnologías como tal son solo habilitadores de transformación, pero del mismo modo, son herramientas con un potencial altísimo de generar nuevas oportunidades para atender los ODS, no solo de manera altruista o sin ánimo de lucro, sino también como herramientas de negocio con el potencial de revolucionar la manera como se genera el ingreso a nivel mundial.

Las siguientes son algunas de las tecnologías 4IR que pueden transformar la forma como vivimos, y en donde se puede observar la integración de las tecnologías AI, Blockchain e IoT para la construcción de soluciones transversales.

“LOS DOCE TRANSFORMADORES” PODRÍAN TENER UN IMPACTO SIGNIFICATIVO EN LOS SISTEMAS ALIMENTARIOS PARA EL AÑO 2030

CAMBIAR LA FORMA DE LA DEMANDA

PROTEÍNAS ALTERNATIVAS



- Reducir las emisiones de GhG hasta en un 950 megatoneladas de CO₂ eq.
- Reducir las extracciones de agua dulce hasta en un 13%. 400 mil millones de metros cúbicos
- Liberar hasta 400 millones de hectáreas de tierra



TECNOLOGÍAS DE DETECCIÓN DE ALIMENTOS PARA LA SEGURIDAD, CALIDAD Y TRAZABILIDAD DE LOS ALIMENTOS

- Reducir los residuos de alimentos en hasta 20 millones de toneladas

NUTRIGENÉTICA PARA UNA NUTRICIÓN PERSONALIZADA



- Reducir el número de personas con sobrepeso hasta en 55 millones

PROMOVER LOS VÍNCULOS ENTRE LA CADENA DE VALOR



CAMBIAR LA FORMA DE LA DEMANDA

- Generar hasta 200.000 millones de dólares de ingresos para los agricultores
- Reducir las emisiones de GhG en hasta 100 megatoneladas de CO₂ eq.
- Reducir las extracciones de agua dulce hasta en 100.000 millones de metros cúbicos

GRANDES DATOS Y ANÁLISIS AVANZADOS PARA SEGUROS



- Generar hasta 70.000 millones de dólares de ingresos para los agricultores
- Aumentar la producción hasta en 150 millones de toneladas



IOT PARA LA TRANSPARENCIA Y TRAZABILIDAD DE LA CADENA DE SUMINISTRO EN TIEMPO REAL

- Reducir la pérdida de alimentos hasta en 35 millones de toneladas

TRAZABILIDAD MEDIANTE BLOCKCHAIN



- Reducir la pérdida de alimentos hasta en 30 millones de toneladas

AGRICULTURA DE PRECISIÓN PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LOS INSUMOS Y DEL USO DEL AGUA



- Reducir los costos de los agricultores hasta en 100.000 millones de dólares
- Aumentar la producción hasta en 300 millones de toneladas
- Reducir las extracciones de agua dulce en hasta 180.000 millones de metros cúbicos



EDICIÓN DE GENES PARA LA MEJORA DE SEMILLAS DE RASGOS MÚLTIPLES

- Generar hasta 100.000 millones de dólares en ingresos adicionales de los agricultores
- Aumentar la producción hasta en 400 millones de toneladas
- Reducir el número de casos de carencia de micronutrientes hasta en 100 millones de dólares

TECNOLOGÍAS MICROBIANAS PARA MEJORAR RESISTENCIA DE LOS CULTIVOS



- Generar hasta 100.000 millones de dólares en ingresos adicionales de los agricultores
- Aumentar la producción hasta en 400 millones de toneladas
- Reducir el número de casos de carencia de micronutrientes hasta en 100 millones de dólares



MICRONUTRIENTES DE ORIGEN BIOLÓGICO PARA LA PROTECCIÓN Y GESTIÓN DE LOS SUELOS

- Aumentar la producción hasta en 50 millones de toneladas
- Reducir las emisiones de GhG en hasta 5 megatoneladas de CO₂ eq

GENERACIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE FUERA DE LA RED Y ALMACENAMIENTO PARA EL ACCESO A LA ELECTRICIDAD



- Generar hasta 100.000 millones de dólares en ingresos adicionales de los agricultores
- Aumentar la producción hasta en 530 millones de toneladas
- Reducir las extracciones de agua dulce en hasta 250.000 millones de metros cúbicos

Figura 51 12 tecnologías transformadoras. Adaptada de WEF (2018)

3.4.5 Impacto por elemento de la economía.

Según el reporte del Business & Sustainable Development Commission (2017), Better Business, Better World, el impacto de los ODS al desarrollar una economía sostenible económica, social y ambientalmente será en una multiplicidad de modelos de negocio y mercados actuales, entre otros presenta:

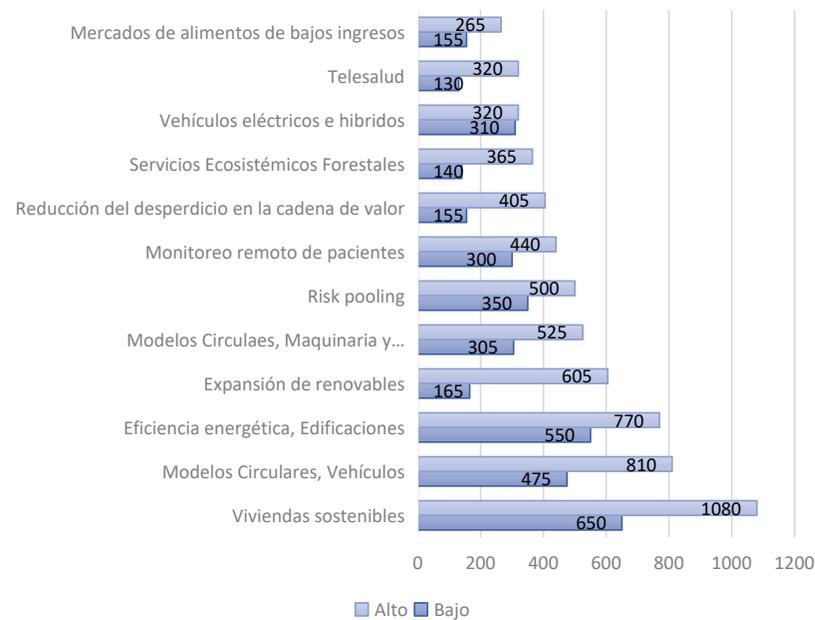


Figura 52 Impacto de los ODS en diferentes mercados. Fuente elaboración propia con datos de Business & Sustainable Development Commission (2017)

Comida y Agricultura El sistema alimentario mundial enfrenta desafíos sin precedentes. Hay 800 millones de personas desnutridas y 2 mil millones sufren de deficiencias de micronutrientes; los rendimientos de los cultivos están creciendo mucho más lentamente que la población

mundial, lo que significa que podrían necesitarse hasta 220 millones de hectáreas adicionales de tierras de cultivo para 2030 para satisfacer la demanda esperada de alimentos, insumos y combustible; lo que solo acrecentará los retos ambientales, como la escasez de agua, la pérdida de biodiversidad, el uso no sostenible de fertilizantes y el clima extremo (Business & Sustainable Development Commission, 2017)

Las mayores oportunidades identificadas a 2030 para las empresas que desarrollan modelos de negocios que abordan estos, y otros desafíos, que enfrentan la alimentación y la agricultura, tienen un valor potencial estimado de más de USD 2,3 millones de millones, a precios actuales. Estas oportunidades incluyen:

- Reducir el desperdicio de alimentos en la cadena de valor (por un valor de USD 155-405 mil millones al año para 2030). Hoy, más del 30 % de los alimentos se desperdician, gran parte de ellos en pérdidas posteriores a la cosecha que son fáciles de prevenir con tecnologías de empaquetamiento o mejoras en la cadena de frío.

Mercado global de la inteligencia artificial en el sector Alimentos y Bebidas: Ingresos en USD miles de millones, 2017 a 2023

Componente	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	CAGR % (2018-2023)
Clasificación de alimentos	0,18	0,3	0,49	0,8	1,33	2,18	3,58	64,6
Control de calidad y cumplimiento de seguridad	0,11	0,19	0,31	0,52	0,87	1,45	2,4	66,4
Participación del consumidor (Chatbots etc)	0,21	0,34	0,55	0,89	1,44	2,34	3,79	62,4
Producción y empaquetamiento	0,08	0,13	0,23	0,38	0,64	1,08	1,82	68,7
Mantenimiento	0,12	0,2	0,34	0,57	0,96	1,6	2,67	67,1
Otros componentes	0,03	0,05	0,09	0,15	0,26	0,42	0,69	66,4

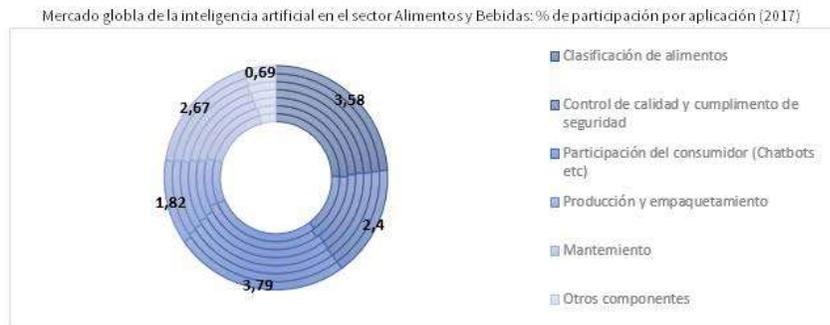


Figura 53 Mercado de Inteligencia Artificial en el Sector de Alimentos y Bebidas: Ingresos en USD mil millones, por Aplicación, Global, 2017-2023. Adaptado de Mordor Intelligence (2017)

- Servicios de ecosistemas forestales (USD 140-365 mil millones al año para 2030). La deforestación y la degradación forestal representan el 17 % de las emisiones globales de CO₂, más que el transporte. Solo cuatro productos básicos (carne de res, soja, aceite de palma y papel / pulpa), son responsables de impulsar la mitad de la deforestación mundial. Asumiendo un precio de USD\$ 50 por tonelada de carbono para 2030, se abrirán nuevas oportunidades en servicios forestales sostenibles, como la mitigación del cambio climático, los servicios relacionados con cuencas hidrográficas y la conservación de la biodiversidad, todo esto si se desarrollan y masifican los mecanismos para pagar por ellos. En este caso, los sistemas robóticos y mecatrónicos relacionados con IoT que pueden apoyar los servicios de ecosistemas forestales tienen

un impacto económico esperado de más de USD 27 mil millones a 2024, con el subsecuente impacto en la productividad y competitividad del sector (Mordor Intelligence, 2018).

- En este caso, los sistemas robóticos y mecatrónicos relacionados con IoT que pueden apoyar los servicios de ecosistemas forestales tienen un impacto económico esperado de más de USD 27 mil millones a 2024, con el subsecuente impacto en la productividad y competitividad del sector (Mordor Intelligence, 2018).



Figura 54 Mercado mundial de sistemas robóticos y mecatrónicos para aplicaciones agrícolas: ingresos en millones de dólares, por aplicación, control forestal, 2015-2024. Adaptado de Mordor Intelligence (2018)

- Mercados de alimentos de bajos ingresos (USD 155-265 mil millones). Las personas más pobres del mundo gastan hasta el 60% de los ingresos de sus hogares en alimentos, y aun así el hambre y la desnutrición siguen siendo generalizadas. Las empresas pueden abordar este desafío invirtiendo en cadenas de suministro e innovación alimentaria para dar acceso a aquellos que tienen ingresos muy bajos a productos

alimenticios que sean más nutritivos. A medida que la pobreza disminuye de acuerdo con el Objetivo Global 2, los 800 millones de personas que ahora están desnutridas tendrán más para invertir en alimentos.

Ciudades Para 2030, el 60 % de la población mundial estará alojada en ciudades, en comparación con el 50 % actual. Hasta 440 millones de hogares urbanos podrían estar viviendo en construcciones de baja calidad a 2025. Actualmente, más de 5.5 millones de muertes prematuras al año son atribuibles a la contaminación del aire, tanto la producida al interior del hogar como la existente en exteriores. La obesidad es tres o cuatro veces más común en las ciudades que en las zonas rurales de los países emergentes. La congestión en las urbes es altamente costosa en productividad y contaminación ambiental. En las ciudades, entre el 10-15 % del material de construcción se desperdicia, y las ciudades representan el 70 % del uso de energía global y, por tanto, las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) relacionadas con energía (Business & Sustainable Development Commission, 2017).

Área funcional	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	CAGR 2018 - 2025
Infraestructura inteligente	112,32	130,95	152,69	178,12	207,97	243,18	284,98	335,05	395,57	17,10%
Gobierno inteligente y educ	74,80	90,92	110,63	134,80	164,55	201,37	247,27	304,98	378,26	22,60%
Energía inteligente	84,70	104,97	130,10	161,36	200,37	249,28	310,98	389,48	490,24	24,60%
Movilidad inteligente	51,51	63,28	77,78	95,71	117,95	145,70	180,51	224,60	280,93	23,70%
Salud inteligente	62,57	75,28	90,68	109,39	132,23	160,26	194,90	238,11	292,56	21,40%
Edificios inteligentes	97,35	115,21	136,47	161,85	192,28	228,98	273,55	328,20	395,89	19,30%
Otros	34,38	41,62	50,45	61,23	74,46	90,78	111,06	136,49	168,68	22,10%
Total	517,63	622,23	748,80	902,46	1089,81	1319,55	1603,25	1956,91	2402,13	21,54%

Tabla 9 Ingresos globales esperados para el mercado de ciudades inteligentes, por área funcional, 2017-2025 (USD mil millones). Adaptado de Allied Market Research (2018)

Para las empresas que abordan estos desafíos, las mayores oportunidades tienen un valor potencial de USD 3,7 millones de millones. Incluyen:

- Vivienda asequible (USD 650-1,080 mil millones). Reemplazar las viviendas inadecuadas de hoy y construir las unidades adicionales necesarias para 2025 requeriría de USD 9 millones de millones a USD 11 millones de millones solo en gastos de construcción. Con la tierra, el costo total podría ser de USD 16 millones de millones. Pero la brecha entre el ingreso disponible para la vivienda y el precio de mercado anualizado de una casa estándar es de USD 650 mil millones.
- Eficiencia energética en edificios (USD 555-770 mil millones). El sector de la construcción representa alrededor de un tercio del consumo total de energía final en todo el mundo y más de la mitad de la demanda de electricidad. Su demanda de energía podría reducirse, por ejemplo, modernizando los edificios existentes con tecnología de calefacción y refrigeración más eficiente y cambiando a iluminación eficiente y otros electrodomésticos.
- Vehículos eléctricos e híbridos (USD 310-320 mil millones). Las investigaciones de mercado predicen que las ventas anuales de vehículos eléctricos e híbridos a batería crecerán de aproximadamente 2.3 millones de unidades en 2014 a 11.5 millones en 2022, o el 11 % del mercado global. Suponiendo una vida promedio de 15 años, la flota global total de vehículos de pasajeros se renovarían por completo para 2030, presentando una oportunidad para un gran aumento en las ventas de vehículos eléctricos y vehículos eléctricos híbridos. Los vehículos eléctricos e híbridos podrían representar un 62 % de las ventas de vehículos livianos nuevos en 2030, siempre que los costos de la batería continúen cayendo y las inversiones en infraestructura de carga crezcan.

Energía y materiales El crecimiento de la demanda de energía podría disminuir a 2030 debido a los cambios demográficos y el cambio en

crecimiento impulsado por la inversión hacia un mayor consumo. Dicho esto, se espera que más de 1.500 millones de personas se unan a los niveles de ingresos que consumen más energía para 2030. Mientras tanto, persiste una gran desigualdad en el consumo de energía, con 1.200 millones de personas que aún carecen de acceso a la electricidad. Además, es probable que los riesgos relacionados con la ubicación de nuevas fuentes de suministro, su impacto ambiental, el uso del agua y la complejidad técnica aumenten los costos de suministro de energía y materiales (Business & Sustainable Development Commission, 2017).

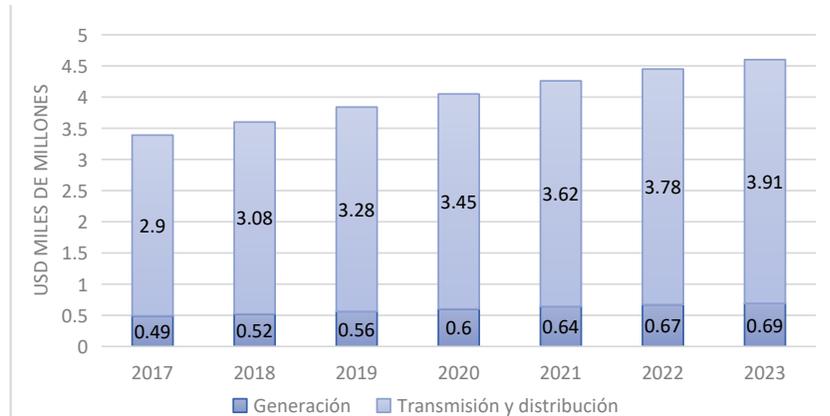


Figura 55 Potencial de mercado del uso de los datos en el sector energético. Proyección de tamaño y demanda en USD miles de millones, por segmento, a nivel global (2017 - 2023). Adaptado de Mordor Intelligence (2018b)

Las oportunidades comerciales más importantes que surgen al abordar estos y otros desafíos energéticos tienen un valor potencial en 2030 de más de USD 4,3 millones de millones en precios actuales. Incluyen:

- Modelos circulares - automotriz (USD 475-810 mil millones). Las tasas de aprovechamiento final de los vehículos son en general altas,

especialmente en mercados desarrollados, por ejemplo, más del 70 % en la UE. Sin embargo, la mayoría de los vehículos recolectados se reciclan en sus materiales base, lo que consume mucha energía y resulta en una pérdida de valor. De hecho, solo un pequeño número de componentes son generalmente responsables de poner fin a la vida útil de un vehículo, que se puede extender significativamente si estos componentes se remanufacturan y se utilizan para renovar automóviles.

- Expansión de energías renovables (USD 165-605 mil millones). Existe una gran oportunidad para los generadores renovables y los fabricantes de equipos. El escenario REmap de la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA) pronostica que, incluida la energía hidroeléctrica, la participación de las energías renovables en la generación mundial podría aumentar al 45 % para 2030, de alrededor del 23 % en 2014. En este escenario, la participación del viento en la generación global podría más que cuadruplicarse desde 3 % en 2014 a 14 % en 2030, y energía solar fotovoltaica de menos del 1 % a 7 %.
- Modelos circulares: electrodomésticos y maquinaria (USD 305-525 mil millones). Muchos electrodomésticos y mucha maquinaria industrial se adaptan bien a los modelos circulares, pero se recogen y reutilizan mucho menos que los automóviles. Una lavadora, por ejemplo, típicamente contiene 30-40 kg de acero, por lo que una máquina restaurada podría reducir los costos de entrada de material en un 60 %. Las empresas podrían pasar de vender a arrendar electrodomésticos o hacer arreglos basados en el rendimiento con los consumidores, para asegurarse de que la recolección y la renovación capturen el mayor valor posible. Este cambio también alentaría a los fabricantes a diseñar productos con menores riesgos de obsolescencia.

Salud y Bienestar A pesar del crecimiento de la demanda a medida que más personas llegan a edades más avanzadas, el sistema económico enfrenta desafíos críticos en los próximos años (Business & Sustainable Development Commission, 2017):

-El poder decreciente de los medicamentos para tratar las principales enfermedades transmisibles: los antibióticos son una preocupación particular, con solo 40 candidatos para reemplazarlos;

-Cambios demográficos y en la naturaleza de la demanda de servicios a los sistemas de salud: debido al crecimiento de la proporción de ancianos en los países desarrollados, y de niños y jóvenes en los países en desarrollo;

-así como un cambio geográfico en los patrones de afectación de enfermedades: aproximadamente dos tercios de la mortalidad infantil y las muertes relacionadas con el SIDA y la Tuberculosis ahora ocurren en países de ingresos medios en lugar de países de bajos ingresos

-Y la carga de enfermedades no transmisibles continuará aumentando, por ejemplo, la prevalencia de la obesidad se ha duplicado desde 1980, aumentando la carga de diabetes y enfermedades del corazón en todas partes.

-Todavía faltan servicios y suministros médicos básicos en los países en desarrollo y hay una brecha de habilidades inminente en la profesión médica, particularmente en el cuidado de ancianos.

Las mayores oportunidades para las empresas que abordan estos desafíos tienen un valor potencial en 2030 de USD 1,8 millones de millones en precios actuales. Incluyen:

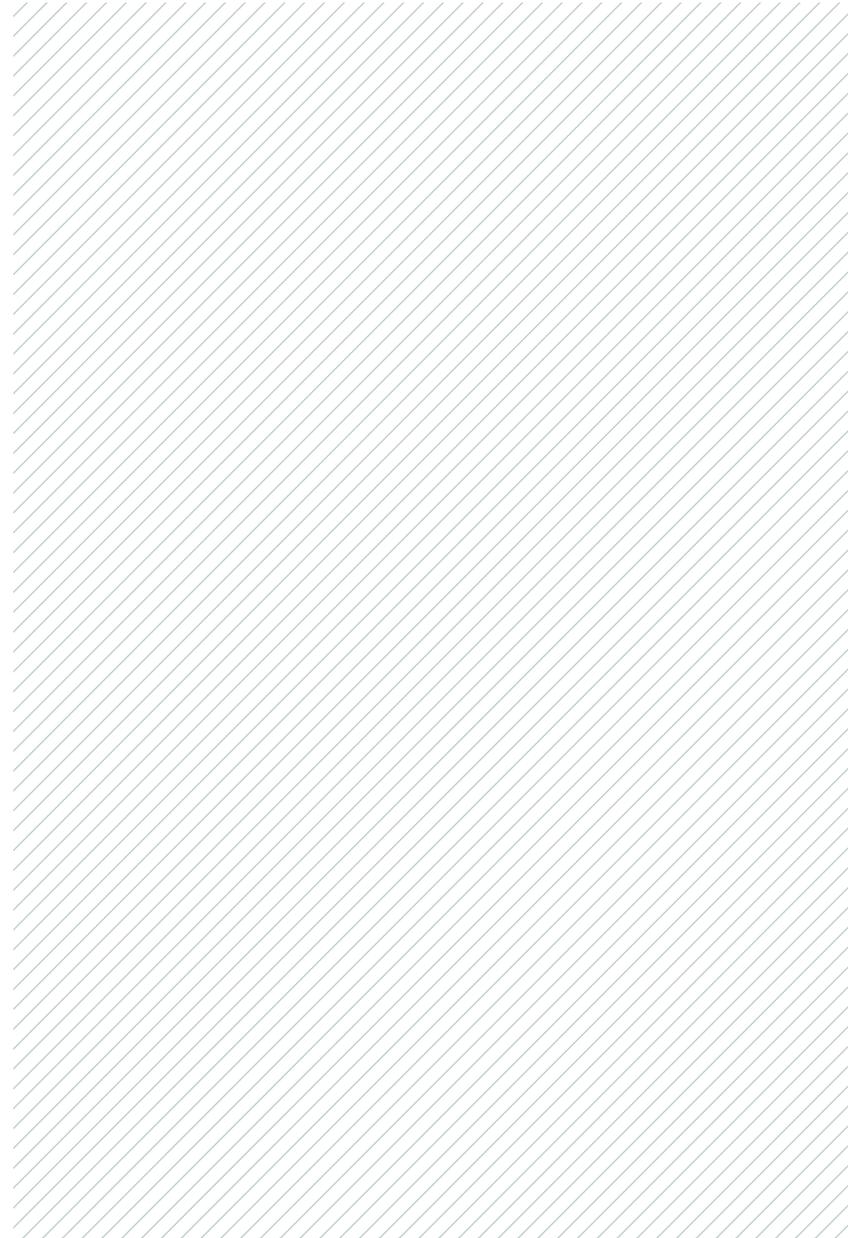
- Agrupación de riesgos (USD 350-500 mil millones). Cada año, los

pagos directos de atención médica empujan a alrededor del 5 % de los hogares en países de bajos ingresos por debajo del umbral de pobreza. Dado que los pobres pagan una parte desproporcionada de sus ingresos en costos de salud inevitables, la falta de un seguro de salud asequible también es desigual. La creciente penetración de los planes de seguro privado, público-privado y comunitario puede abordar este problema. Además de difundir los riesgos para la salud en las comunidades, la agrupación de riesgos a menudo incluye funciones organizadas de “contratación” que compran atención médica en nombre de las personas cubiertas, lo que a su vez fomenta el desarrollo de proveedores del sector privado de mayor calidad.

- Solo desde el punto de vista de aplicaciones basadas en Blockchain para salud, se pueden encontrar beneficios en cuanto a la reducción de riesgos asociados a salud, desde el control a las drogas por prescripción, que puede generar ahorros estimados al sistema por más de USD 43 mil millones; la reducción de fraudes, que podría significar hasta USD 10 mil millones; y otros beneficios que superan el umbral económico para apoyar el avance de la medicina y la prevención (Netscribes, 2019)
- Monitoreo remoto de pacientes (USD 300-440 mil millones). El uso de sensores que leen los signos vitales de los pacientes en el hogar puede alertar a las enfermeras y los médicos de manera rentable sobre los problemas antes de que empeoren. Las tecnologías emergentes incluyen parches portátiles que pueden diagnosticar afecciones cardíacas, sensores que monitorean la ingesta de medicamentos para el asma y detectan una mala calidad del aire, y monitores de glucosa que envían datos de diabéticos directamente a sus teléfonos inteligentes. El Instituto Global McKinsey estima que el monitoreo

remoto podría reducir el costo del tratamiento de enfermedades crónicas en los sistemas de salud en un 10 a 20 % para 2025.

- Telesalud (USD 130-320 mil millones). Las tecnologías básicas de Internet móvil ya están extendiendo el acceso a consultas y diagnósticos a pacientes remotos de todo el mundo. En los Estados Unidos, Mercy Health Systems en Missouri ha construido un Centro de atención virtual, atendido un porcentaje de proveedores de atención médica, que brinda servicios de telesalud en cuatro estados.



04

REGU

TENDENCIAS

DE REGULACIÓN

LA ACCIÓN

4.1 RESUMEN

¿Qué es?

Se refiere a una Integración de softwares avanzados, sensores económicamente rentables y redes especializadas, que permiten a los objetos interactuar digitalmente; el concepto de esta tecnología implica la conexión de máquinas, instalaciones, flotas, grupos de dispositivos dispersos, redes e incluso personas, con sensores y controladores de diversos tipos; todo este ecosistema de datos alimenta sistemas para el análisis avanzado y algoritmos predictivos, automatizando y mejorar el mantenimiento y la operación de máquinas y sistemas completos de cualquier entorno; e inclusive para mejorar la salud humana (Deloitte, 2018j) (Techtarget, 2019b).

Compartimiento de la normatividad respecto a la tecnología:

- **Tipo de documento normativo:** 41% de los documentos identificados están asociados con proyectos de ley teniendo como año de trámite base el 2018.
- **Regiones con actividad en materia normativa:** Estados Unidos, Unión Europea, y China.
- **Agencias que está a la cabeza de iniciativas o estrategias nacionales:** Para la tecnología se encuentran agencias de gobierno, empresas privadas, y organismos civiles para promover dichas estrategias.

Usos o aplicaciones que vienen siendo potenciadas desde un enfoque normativo:

- Comercialización de dispositivos
- Defensa
- Educación

Dilemas o áreas asociados con la tecnología a ser reguladas:

- Transmisión de datos
- Seguridad (información, soberanía, consumidor) – Ciberseguridad
- Protección de datos – Privacidad

Atributos de la tecnología:



Figura 56 Atributos de IoT desde el punto de vista normativo. Fuente elaboración propia.

4.2. MARCO NORMATIVO PARA LA TECNOLOGÍA

Como resultado de la revisión y depuración de los documentos encontrados en las diferentes búsquedas realizadas, se tiene la Tabla 10 que muestra un consolidado de los documentos asociados a leyes y proyectos y/o

proposiciones de ley relacionadas con IoT o soluciones derivadas de esta tecnología. Es importante mencionar que el criterio fundamental para listar los documentos en la siguiente tabla fue el origen o fuente de procedencia, ya que la búsqueda se focalizó en identificar documentos de orden gubernamental.

Tabla 10. Listado de leyes y proyectos y/o proposiciones de ley relacionados con la tecnología IoT y sus aplicaciones o soluciones derivadas. (Elaboración propia)

Territorio	Descripción normatividad	Tipo documento	Concepto clave	Link consulta
Estados Unidos	H.R.3789 - IoT Readiness Act of 2019. Proyecto de ley dirigido a la Comisión Federal de Comunicaciones la recolección y mantenimiento de datos en dispositivos IoT o dispositivos que usen la red móvil 5G, lo anterior con la finalidad de determinar la cantidad de espectro electromagnético (ES) requerido para cubrir la demanda creada por el uso de dichos dispositivos. El principal objetivo de esta ley es preparar la infraestructura del país para el crecimiento en el uso de dispositivos IoT.	Proyecto de ley	- Transmisión de datos. - ES	Link
Estados Unidos	H.R.6032 - State of Modern Application, Research, and Trends of IoT Act. Este acto legislativo tiene como propósito el encargar al Secretario de Comercio la elaboración de un estudio y su presentación al Congreso de EE.UU. sobre el estado de la industria de dispositivos IoT en el país. el Secretario de Comercio tendrá la misión de convocar a representantes de todas las agencias federales que sean pertinentes, así como agencias no gubernamentales, grupos de sociedad civil, y representantes del sector empresarial a diferentes escalas (grande, mediana y pequeña empresa).	Acto legislativo	- Aplicaciones IoT - Trasmisión de datos - Soberanía (uso de dispositivos IoT en Defensa)	Link
Estados Unidos	H.R.7283 - Internet of Things (IoT) Federal Cybersecurity Improvement Act of 2018. Proyecto de ley para proveer estándares operacionales mínimos de ciberseguridad para dispositivos IoT comprados por agencias federales. El sentido de la ley gira en torno a un llamado de urgencia para proteger al gobierno, las empresas y ciudadanos individuales de ciberataques que se puedan dar a través del uso de dispositivos IoT.	Proyecto de ley	- Comercio de dispositivos IoT -Ciberseguridad -Defensa	Link
Estados Unidos	S.88 - Developing Innovation and Growing the Internet of Things Act or DIGIT Act. El acto legislativo pretende asegurar una apropiada planeación del espectro electromagnético (ES) y la integración coordinada ente agencias federales para apoyar la tecnología IoT. El acto legislativo contempla la creación de un grupo de trabajo liderado por el Secretario de Comercio para generar recomendaciones al congreso relacionadas con la tecnología IoT, y en segunda medida el establecimiento y evaluación del futuro espectro requerido para dispositivos IoT.	Acto legislativo	- Transmisión de datos. - ES	Link
Estados Unidos	S.2234 - Internet of Things Consumer Tips to Improve Personal Security Act of 2017 or the "IOT Consumer TIPS Act of 2017. El Proyecto de ley va dirigido a la Comisión Federal de Comercio para que desarrolle recursos para la educación y concientización de consumidores relacionada con la compra de dispositivos que hacen parte de la tecnología IoT.	Proyecto de ley	- Seguridad consumidor - Ciberseguridad - Educación	Link
Estados Unidos	H.R.1324 - Securing the Internet of Things Act of 2017 or the "Securing IoT Act of 2017. El presente Proyecto de ley tiene como propósito generar una enmienda en el acto 1934 de comunicaciones y así proveer el establecimiento de estándares de ciberseguridad para ciertos equipos de radio frecuencia.	Proyecto de ley	- Ciberseguridad - Defensa	Link

California – Estados Unidos	Bill No.327 - Information privacy: connected devices. El acto legislativo establece bases para los fabricantes de dispositivos IoT en cuanto a sus características de seguridad, en donde se deja explícito que estos deben de contar con protocolos razonables para proteger al dispositivo de accesos no autorizados	Ley estatal	- Comercio de dispositivos. - Seguridad consumidor - Ciberseguridad	Link
Oregon – Estados Unidos	House Bill 2395. Relacionada con los requisitos de seguridad que debe contemplar los dispositivos conectados a internet.	Ley estatal	- Comercio de dispositivos. - Seguridad consumidor	Link
Unión Europea	EU Directive-2013/40. Esta Directiva aborda el "delito cibernético" (es decir, los ataques contra los sistemas de información). Proporciona definiciones de delitos penales y establece sanciones apropiadas para los ataques contra los sistemas de información.	Directiva para estados miembro	- Ciberseguridad	Link
Unión Europea	EU NIS Directive 2016/1148. Esta Directiva de la red en seguridad de la información (NIS) se refiere a cuestiones de ciberseguridad. Su objetivo es proporcionar medidas legales para garantizar un nivel general común de ciberseguridad (seguridad de red / información) en la UE y un mayor grado de coordinación entre los miembros de la UE para este tema.	Directiva para estados miembro	- Ciberseguridad	Link
Unión Europea	EU Directive 2014/53. La presente Directiva habla sobre la armonización de las leyes de los Estados miembros en relación con la comercialización de equipos de radio dado que la normalización es importante para el desarrollo conjunto y armonizado de la tecnología en la UE.	Directiva para estados miembro	- Transmisión de datos	Link
Unión Europea	European General Data Protection Regulation 2016/679. Este reglamento se refiere a la privacidad, la propiedad y la protección de datos y reemplaza a la UE DPR-2012. Proporciona un conjunto único de reglas directamente aplicables en los estados miembros de la UE.	Reglamento	- Protección de datos	Link
China	El caso de China es particular porque dentro de su política contiene un paquete de regulaciones en cuanto a tecnologías de la información[(Paro, 2019)]: 2015 State Council - China Computer Information System Security Protection Regulation (first in 1994); 2007 MPS - Management Method for Information Security Protection for Classified Levels; 2001 NPC Standing Committee – Resolution about Protection of Internet Security; 2012 NPC Standing Committee – Resolution about Enhance Network Information Protection; July 2015: National Security Law - ‘secure and controllable’ systems and data security in critical infrastructure and key areas; 2014 MIIT – Guidance on Enhance Telecom and Internet Security; 2013 MIIT – Regulation about Telecom and Internet Personal Information Protection 2014 China Banking Regulatory Commission - Guidance for Applying Secure and Controllable Information; Technology to Enhance Banking Industry Cybersecurity and Informatization Development	Actos legislativos	- Transmisión de datos. - Ciberseguridad - Defensa - Protección de datos	Link
Brasil	Decree N. 9.854/2019 – Plan Nacional de IoT. tiene como objetivo garantizar el desarrollo de políticas públicas para este sector tecnológico	Plan de desarrollo	- Aplicaciones de IoT.	Link
Brasil	Proyecto de ley No. 7.656 / 17. Los miembros del parlamento brasileño presentaron el proyecto de ley con el propósito de eliminar los impuestos sobre productos de IoT.		- Comercio de dispositivos	Link
Colombia	Proyecto de Ley No. 152/2018. Proyecto para la Modernización de la Información y Comunicación que proporciona incentivos de inversión a los técnicos de TI.	Proyecto de ley	- Comercio de dispositivos	Link
Chile	Proyecto de Ley Boletín N ° 12.192-25 / 2018. Proyecto asociado a delitos cibernéticos y regulación sobre dispositivos de Internet y ataques de piratas informáticos.	Proyecto de ley	- Ciberseguridad - Seguridad consumidor	Link

De acuerdo con la información previa, se pueden identificar diferentes formas de aproximación que realizan los gobiernos para establecer políticas concernientes al aprovechamiento de la tecnología, pero también a la regulación de los efectos e implicación que pueden generar su uso. De la revisión de documentos se puede identificar que en la actualidad se adelantan esfuerzos en el establecimiento de normas para habilitar el uso de dispositivos y tecnología IoT en Estados Unidos, la Unión Europea, China, Brasil, Colombia y Chile. De los documentos identificados se evidencia que alrededor del 41% están asociados a proyectos de ley, un 29% a leyes estatales y acto legislativo, mientras que un 24% son directrices y reglamentos, seguido de planes de desarrollo con 6% del total de documentos identificados.

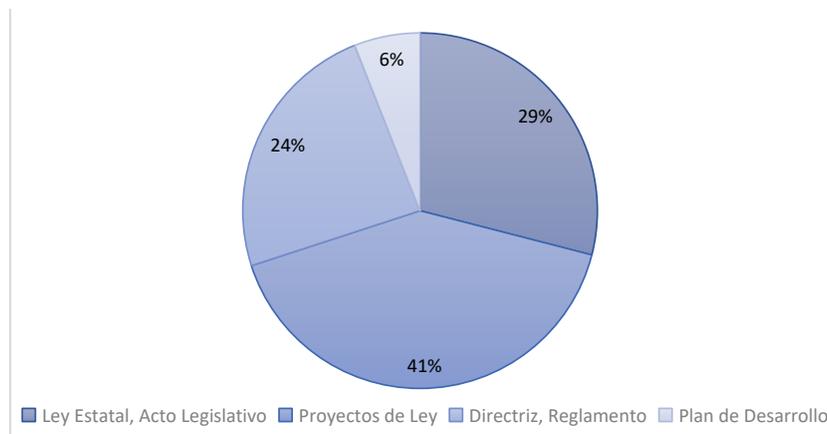


Figura 57. Distribución de documentos normativos identificados y asociados a la tecnología Internet de las cosas. (Elaboración propia).

4.3. IMPACTO DE LA NORMATIVIDAD EN LA TECNOLOGÍA

A partir del análisis y revisión del objeto o sentido de las leyes, regulaciones

y proyecto de ley, se puede establecer una recurrencia en ciertos conceptos claves que dan cuenta de usos, aplicaciones o áreas que están siendo reguladas ya sea para potenciar el uso, proteger derechos de terceros, o establecer reglas de juego.

Bajo esta lógica se puede identificar impactos positivos que ha tenido la normatividad detectada hasta el momento en relación con la aplicación de Internet de las cosas y la promoción del uso de soluciones derivadas. De acuerdo con la revisión de documentos realizada en este informe se encuentran los siguientes usos o aplicaciones que vienen siendo potenciadas desde un enfoque normativo:

- **Comercialización de dispositivos:** Se identificaron varios esfuerzos en distintos territorios que pretenden potenciar en el uso de dispositivos para aplicaciones en internet de las cosas (IoT), debido a su gran potencial para soportar soluciones basadas en tecnologías de la información, no obstante, dicho marco normativo también tiene como objetivo el generar estándares claros para los fabricantes de este tipo de dispositivos que garanticen su confiabilidad en la transmisión de datos y sus protocolos de seguridad (Tabla 10).
- **Defensa:** Una de las áreas en donde se vienen generando un impacto progresivo en términos regulatorios para el uso de dispositivos basados en IoT es el sector Defensa, en donde los esfuerzos normativos detectados hasta el momento pretenden generar un entendimiento del estado actual del uso de dichos dispositivos en labores de inteligencia y seguridad nacional y poder potenciar su uso a través de políticas que establezcan estándares de calidad y seguridad de estos (Tabla 10).
- **Educación:** tecnologías como la inteligencia artificial y blockchain

emplean en cierto grado soluciones o productos que provienen del IoT, por lo anterior y debido a la consciencia que vienen tomando los países sobre la transformación que generan las tecnologías de la información en el mercado laboral, países como Estados Unidos y miembros de la Unión Europea se encuentran promoviendo proyectos de ley y reglamentos que impacten el sector educativo en sus procesos de formación (currículo) y así preparar a dichos territorios en la apropiación de estas tecnologías.

4.4. BARRERAS Y DESAFÍOS EN LA REGULACIÓN

Bajo el análisis de la documentación y casos normativos se identificaron áreas específicas o usos particulares de soluciones derivadas del internet de las cosas (IoT) que se presentan como desafíos o se detecta la existencia de vacíos a la hora de contrastarlos con la normatividad existente. Para caso concreto de la tecnología IoT, se tienen los siguientes dilemas o áreas a ser reguladas:

- **Transmisión de datos:** el uso de dispositivos IoT requieren una preparación de la infraestructura tecnológica de un país para aprovechar todo el potencial que este tipo de soluciones y tecnología puede ofrecer. Dicha situación de presente como un desafío en temas regulatorios ya que se deben generar hojas de rutas que indiquen como se configura la infraestructura local, en particular a lo concerniente con el uso de banda del espectro electromagnético y la demanda requerida, para alcanzar un alto desempeño de este tipo de dispositivos.
- **Seguridad (información, soberanía, consumidor) – Ciberseguridad:** Actualmente a nivel mundial se cuenta con una gran cantidad de dispositivos IoT y se espera que para el 2030 sobrepasen el billón

de dispositivos, es por ello por lo que uno de los desafíos más importantes que enfrentan los marcos regulatorios a nivel mundial es el establecimiento de buenas prácticas, estándares, y protocolos que estén armonizados con los intereses de estado en materia de seguridad nacional y soberanía. Por otro lado, se ha identificado que los dispositivos IoT tienen un alto de riesgo de ser susceptibles a ciberataques que pueden comprometer la seguridad de los datos que administran y por ende la seguridad de los consumidores. Lo anterior evidencia que la ciberseguridad se encuentra en la agenda de los cuerpos legislativos a nivel mundial.

- **Protección de datos – Privacidad:** La protección de datos se puede ver como una aplicación específica de seguridad de la información, pero más allá de esta perspectiva, al igual que la AI y otras tecnologías de la información, las soluciones basadas en IoT deben estar en consonancia con los protocolos y estándares existentes para la protección de datos personales, máxime cuando este tipo de dispositivos manejan grandes cantidades de data. Aún no está claro cómo se debe generar esta armonización y para cubrir dicho vacío los esfuerzos normativos están focalizados en generar un entendimiento de la tecnología y su impacto en la protección de datos, y de esta manera generar las normas necesarias para su regulación.

4.5. ESTRATEGIAS O INICIATIVAS NACIONALES

QUE APALANCAN LA TECNOLOGÍA

Los países y sus gobiernos adicionalmente a las leyes, normas, códigos, decretos y estatutos, cuentan con otro tipo de instrumentos para la

generación políticas en temas específicos o áreas con interés de ser explotadas por una nación. Las iniciativas o estrategias nacionales son un ejemplo de este tipo de instrumentos, en donde se crea todo un plan o ruta de trabajo a seguir por diferentes instituciones y actores que deben estar involucrados en la consecución de un objetivo que traerá bienestar a la sociedad y la economía de un país.

Para la tecnología IoT, la Tabla 11 muestra un resumen de las estrategias o iniciativas que se identificaron como habilitadoras de soluciones basadas en IoT a nivel mundial.

Tabla 11. Estrategias o iniciativas nacionales en Internet de las cosas, panorámica a nivel global de acuerdo con la información detectada aplicando la metodología de búsqueda e identificación de documentos.

País	Estrategia / programa	¿Qué buscas?	Periodo de ejecución	Líder iniciativa	Link
Australia	IoT Alliance Australia	Es una iniciativa de carácter público – privado conformado por alrededor de 500 organizaciones y más de 1000 expertos independientes con el objetivo de empoderar a la industria hacia el crecimiento de la ventaja competitiva de Australia a través del IoT. Es importante destacar que una de las maneras empleada para alcanzar dicho objetivo es la promoción de políticas y regulaciones que habiliten a la aceleración de innovaciones en IoT.	N/A	Consejo ejecutivo conformado por representantes de los miembros de la Alianza	Link
Brasil	Estrategia Nacional para IoT (Borrador)	El plan de acción pretende acelerar la implementación del IoT como una herramienta para el desarrollo sostenible de la sociedad brasileña. Lo anterior implica la intervención de políticas y normas en diferentes niveles y sectores industriales.	2018 – 2022	Ministerio de Ciencia, Tecnología, Innovación y Comunicaciones	Link
Estados Unidos	Cybersecurity Framework Program	Es un programa liderado por una de las instituciones federales en generar estándares y guías a nivel técnico, el cual está enfocado en dar pautas a los usuarios en cuanto seguridad de la información, protección de la privacidad individual y del dispositivo IoT en sí mismo.	N/A	Instituto Nacional de Estándares y Tecnología (NIST)	Link
Malasia	National Internet of Things (IoT) Strategic Roadmap (Estudio)	El presente estudio es uno de los pasos adelantados en la consolidación de una estrategia nacional en IoT para Malasia, la cual pretendería crear un ecosistema nacional que habilite la proliferación del uso e industrialización del IoT como nueva fuente de desarrollo económico. Realizando diferentes intervenciones, por ejemplo en el orden normativo, para alcanzar dicho objetivo.	Roadmap proyectado a 2025	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación MIMOS Berhad	Link
Unión Europea	Alliance for Internet of Things Innovation	El objetivo es fortalecer el dialogo e interacción entre los actores del Internet de las cosas en Europa, con el ánimo de contribuir en la creación de una dinámica en el ecosistema Europea de IoT que acelere el uso de la tecnología.	N/A	Miembros fundadores: Vodafone, Signify, Siemens, John Deere, Gradient, Telit, Bosch, Arthur's Legal, Infineon, Catapult Digital, Huawei, BT, IBM, Nokia, CNH Industrial, Schneider Electric	Link
Uruguay	Estrategia de Ciberseguridad para IoT (Borrador)	El gobierno a través de la creación de un grupo de trabajo multidisciplinario pretende generar recomendaciones y buenas prácticas con las cuales mitigar los riesgos de seguridad del uso de Internet de las Cosas (IoT) en Uruguay.	No indicado	Agesic Internet Society	Link

4.6.CASOS Y EJEMPLOS

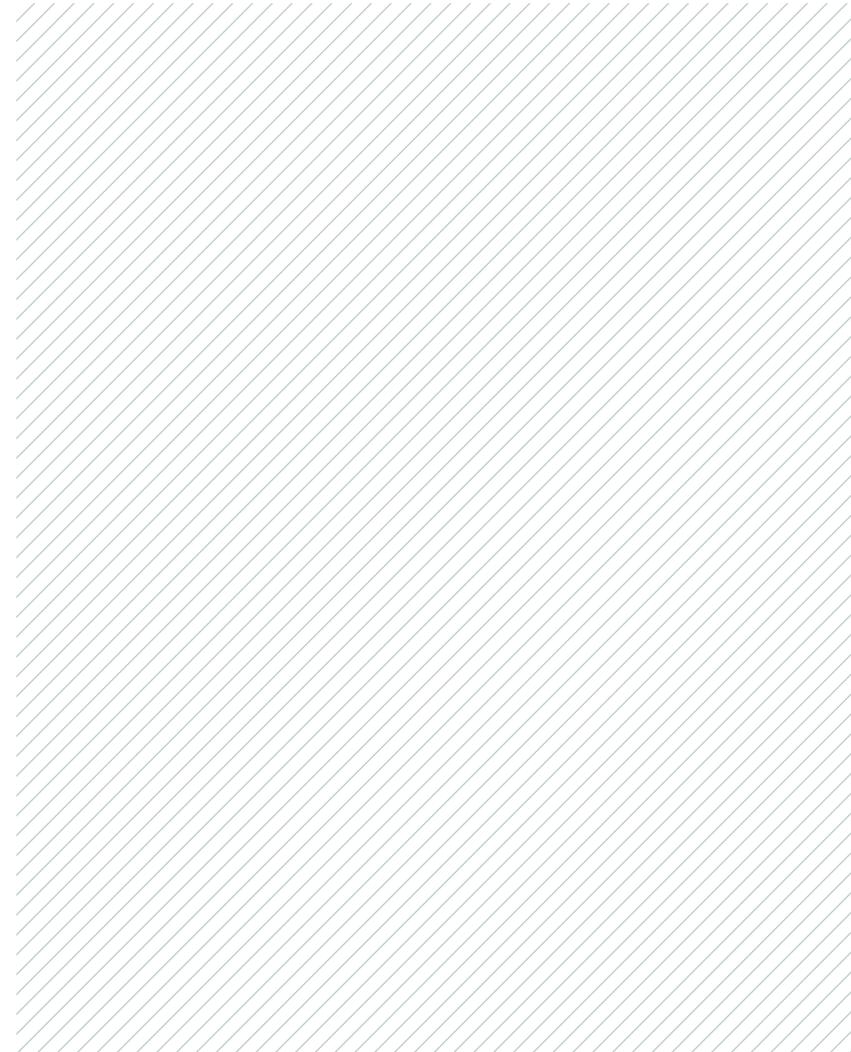
Internet of Things Challenge to Combat Security Vulnerabilities in Home Devices

**Territorio:
Estados Unidos**

La Comisión Federal de Comercio de los Estados Unidos lanzó en el 2017 un reto hacia el público en general para la creación de herramientas innovadoras que ayudaran a proteger a los consumidores de vulnerabilidades de seguridad en software para dispositivos en hogares conectados al internet de las cosas. No obstante, más allá de identificar propuestas innovadoras en el estado del arte el concurso también sirvió como estudio base para elaborar estándares de seguridad en dispositivos IoT susceptibles de ser incluidos en normatividades futuras.

Mas información:

<https://www.ftc.gov/news-events/press-releases/2017/01/ftc-announces-internet-things-challenge-combat-security>



PARA:



El futuro es de todos

MinTIC



Colombia
CENTRO PARA LA POLÍTICA INDUSTRIAL REVOLUCION

OPERA:

ruta⁷¹
MEDÉLLIN
CENTRO DE INNOVACIÓN Y TALENTO



4.7. CONCLUSIONES

La complejidad de las tecnologías emergentes en la actualidad trae consigo desafíos a nivel regulatorio, los cuales son más prominentes en un sin número de sectores. Hoy por hoy no se hace extraño encontrar declaraciones de organismos reguladores que reconocen estar siendo sobrepasados por la velocidad del avance tecnológico y existe el temor de no estar preparados para enfrentar estas nuevas tecnologías o los cambios que introducen nuevos modelos de negocio.

Sin ser ajenos a la anterior situación, en este informe se mostró un panorámico de desafíos, barreras e incluso oportunidades identificadas desde el ámbito regulatorio para el Internet de las Cosas (IoT).

Para cubrir dichos vacíos o potenciar el uso de ciertas soluciones derivadas de estas tecnologías a nivel mundial se encontraron avances en el establecimiento de leyes y/o proyectos de ley orientados a generar marcos regulatorios claro y pertinentes, promover el entendimiento de estas nuevas tecnologías (realizando estudios de estado del arte, por ejemplo), e implementando políticas públicas específicas en estas tecnologías a través de estrategias o iniciativas nacionales.

Si bien para cada una de las tecnologías son particulares el contexto, los desafíos y las oportunidades a ser abordadas desde una mirada de la normatividad se encontraron algunos temas transversales a las tres tecnologías analizadas en este informe. Temáticas como la educación, la ciberseguridad, la seguridad nacional, y la protección de datos fueron relevantes para cada una de estas tecnologías desde el análisis normativo realizado.

Para la tecnología IoT, las aplicaciones o usos que se identificaron están

siendo potenciadas desde un enfoque normativo en distintos territorios son comercialización de dispositivos, seguridad nacional (Defensa), y educación. Desde la mirada de los desafíos o áreas que requieren ser reguladas o donde se ve imperativo establecer un marco regulatorio, se encontraron esfuerzos en transmisión de datos, ciberseguridad y protección de datos.

En cuanto a los territorios que muestran acciones o actividades de trabajo para establecer marcos regulatorios en las temáticas descritas previamente, se encontró que Estados Unidos, la Unión Europea, China, Brasil, Colombia y Chile vienen avanzando en dichas agendas de trabajo, en donde de acuerdo con el tipo de documentos identificados dichos esfuerzos en su mayoría se ven representados en proyectos de ley que tratan de establecer un marco regulatorio claro sobre todo lo concerniente a ciberseguridad y los protocolos mínimos que deben tener los dispositivos conectados a IoT en este tema.

Respecto a las estrategia o iniciativas asociadas con IoT, se encontraron esfuerzos dispersos a nivel mundial centrados únicamente en el desarrollo de la tecnología, sin embargo, se debe resaltar que en algunos casos los países abordan temas relacionados con la tecnología dentro de programas amplios que tienen como objetivo el desarrollo de políticas en tecnologías de la información o iniciativas de digitalización o transformación digital que incluyen soluciones tipo IoT.

05

CONV

ESPACIOS DE

CONVERGENCIA

ERGENC

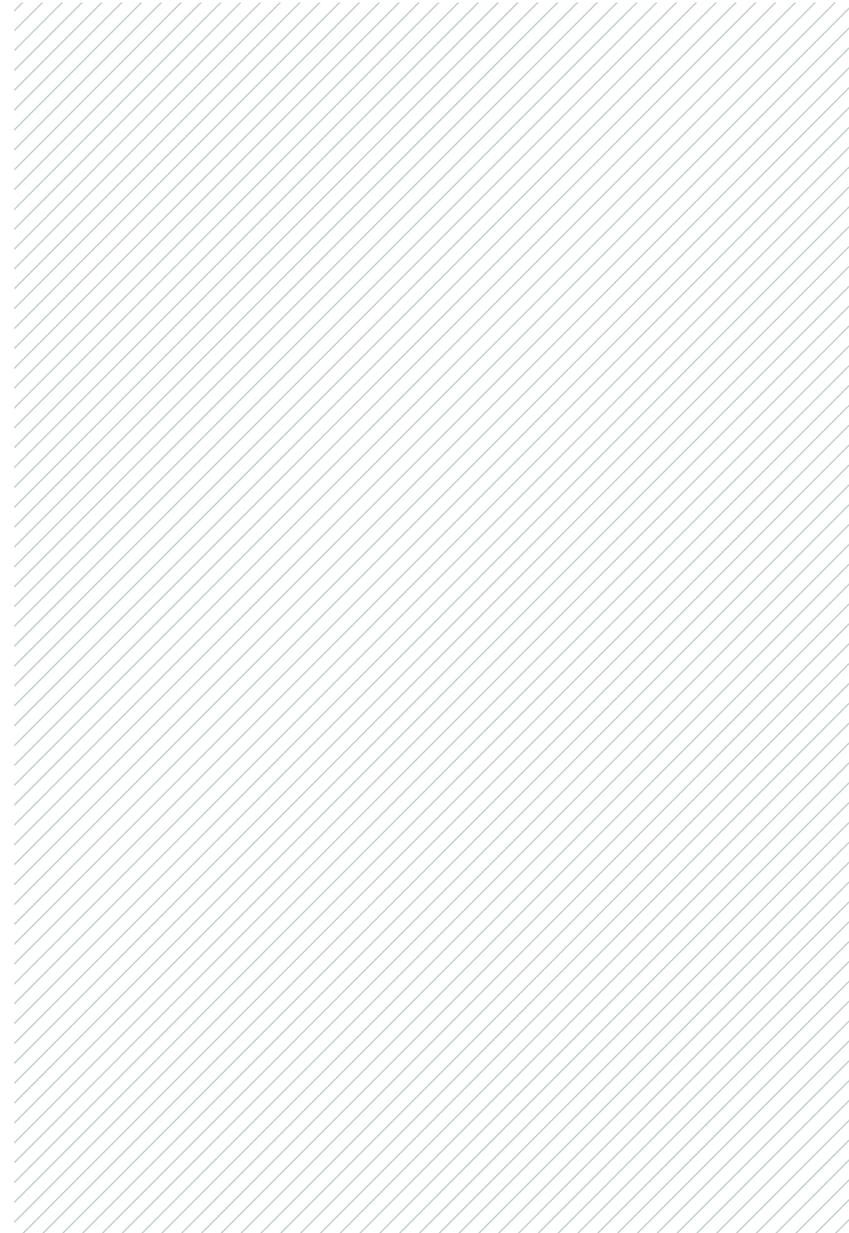
La información presentada en los anteriores capítulos del informe, permite mostrar como las nuevas tecnologías no son estáticas ni se establecen como islas sin ningún contacto con las demás. A continuación, se relacionan algunos espacios de convergencia que se han identificado, lugares comunes, actuales o futuros, donde las tres tecnologías intervienen desde sus potencialidades específicas, para la construcción de soluciones conjuntas.

Convergencia de las tres tecnologías:

Internet de las Cosas cuenta con capacidad intuitiva, Inteligencia Artificial y Machine Learning con poder cognitivo y Blockchain con memoria infalible, cada uno de forma independiente cuentan con la capacidad de revolucionar procesos, pero juntos, transforman las organizaciones hacia un modelo habilitado tecnológicamente. Para ello, es importante:

- Reconocer la importancia de la nube.
- Comprender que estas tecnologías se sustentan en grandes cantidades de datos, por lo que la gestión de estos juega un papel fundamental.
- Comprender que la adopción de estas tecnologías requiere, en algunos casos, un cambio en los procesos y formas de hacer las cosas (Oracle, 2018).

Estos espacios se traducen en una serie de fichas en las que se detalla cómo las diferentes tecnologías se interconectan, la forma en que se materializa esta integración y lo que se espera lograr. Así mismo, se presentan algunos casos relevantes relacionados con cada uno de los espacios de convergencia.



De las Smart cities a las Smart societies

TECNOLOGÍAS PRINCIPALES

Inteligencia Artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Blockchain

TECNOLOGÍAS SECUNDARIAS

Big data, Automatización, Ciberseguridad, Cloud computing, Plataformas digitales, Analítica predictiva, Deep Learning

Q ¿A QUÉ SE REFIERE?

Los desafíos que enfrenta la sociedad actual se deben a la relación desconexa entre la infraestructura y estructura social. Es decir, a la falta de información o, por el contrario, a la información en cantidad y sin procesar que genera ruido en la toma de decisiones de los ciudadanos. Este es el cambio de paradigma entre las Smart cities y la Smart societies, la idea del ciudadano empoderado y en estado permanente información pertinente. Colocando en las manos de los usuarios finales información y datos que permitan impulsar una mejor toma de decisiones, aprovechando la inteligencia colectiva de la sociedad para crear soluciones en torno a problemas urbanos del día a día (Deloitte, 2018f).

Así, las Smart societies encuentran en la tecnología un camino que reduce las transacciones físicas y el costo de recopilar información, partiendo de la premisa de que un volumen considerable de datos disponibles permite sacar provecho del sistema de infraestructura existente, expandiendo así la capacidad y vida útil de los activos y respondiendo efectivamente a los nuevos requerimientos sociales (Woetzel et al., 2018).

Esto se ha reflejado en la aparición de plataformas digitales y dispositivos conectados que han impulsado a las ciudades a integrar datos a lo largo de sus procesos, motivadas en gran medida por el deseo de mejorar la eficiencia y adaptar los servicios a las necesidades de las poblaciones (Deloitte, 2018f).

De esta forma, la calidad de vida, la competitividad económica y la sostenibilidad proporcionan la base para las nuevas iniciativas de las smart societies, al buscar que, a través de la tecnología, se produzcan cambios en seis dominios urbanos: Economía, Movilidad, Seguridad, Educación, Vida y Medio ambiente, aspectos claves para la transformación de una sociedad tradicional a una digital e inteligente.

¿CÓMO SE EVIDENCIA?

Las ciudades conectadas involucran tanto los gobiernos, como los ciudadanos y las organizaciones, en un ecosistema inteligente conformado principalmente por herramientas tecnológicas con el objetivo de lograr mejores servicios en la ciudad y una mejor calidad de vida para sus habitantes. Esta nueva dinámica de trabajo integral mejora la experiencia de los ciudadanos y la toma de decisiones de la ciudad utilizando el diseño de datos, la apuesta por lo digital y la integración del usuario.

Como ejemplo, existen gigantes de la tecnología y de las telecomunicaciones, como Cisco e IBM, que se han convertido en proveedores de sistemas y servicios para ciudades inteligentes alrededor del mundo. Las plataformas tecnológicas están transformando la manera en la que se integra el transporte público con millones de usuarios y conductores en diferentes ciudades, quienes se conectan a través de herramientas que constantemente están recopilando información acerca del estado de las vías, gracias a las políticas de datos abiertos. Las empresas, especialmente en los países en desarrollo, seguirán utilizando la tecnología para crear soluciones radicales a los desafíos actuales, reemplazando la necesidad de activos fijos, como lo han hecho plataformas tipo Uber, AirBnB, MrJeff, Rappi, entre otros (PWC, 2017a).

¿QUÉ LOGRA?

El propósito de las ciudades inteligentes es interconectar a la sociedad en general y generar beneficios para las poblaciones que allí residen, por ejemplo: una mejor calidad de vida para residentes y visitantes, competitividad económica para atraer industria y talento, así como un enfoque consciente en la sostenibilidad económica y ambiental (Deloitte, 2018f).

EJEMPLO

En el año 2008, IBM introdujo el concepto de “Smart Planet”, que conllevó eventualmente al desarrollo de un portafolio de productos y servicios que la compañía ofrece, entre ellos desarrollo de hardware, software y servicios digitales a gobiernos municipales; su primer proyecto fue el desarrollo del centro de comando en Río de Janeiro (Brasil), que integra datos de más de 30 agencias municipales y estatales bajo un mismo centro, con cientos de pantallas que monitorean el transporte, el agua, la energía, la seguridad, y otras operaciones clave.



Cisco también fue otra compañía pionera en moverse en el mercado, desarrollando plataformas digitales y soluciones que desde entonces se han integrado en ciudades como Songdo (Corea del Sur), Barcelona (España) y Kansas City (EEUU).

Otro claro ejemplo es Singapore y su gran apuesta por convertirse en la ciudad del futuro, soportada en el tratamiento de grandes volúmenes de datos para tomar las decisiones más acertadas.

Hogares inteligentes

TECNOLOGÍAS PRINCIPALES

Inteligencia Artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Blockchain

TECNOLOGÍAS SECUNDARIAS

Wearables, Automatización, Big Data, Cloud computing, Ciberseguridad, Robótica

¿A QUÉ SE REFIERE?

El mercado global de Internet de las Cosas (IoT) está creciendo significativamente rápido en los últimos años, desde un pequeño reloj portátil hasta hogares inteligentes. Algunas de las tecnologías más avanzadas suelen ser reactivas, asistentes virtuales como Siri o Alexa son ejemplos de lo que se conoce como inteligencia estrecha: se enfocan en realizar tareas, o subconjuntos de tareas de forma efectiva, pero eso es todo lo que pueden hacer. De ahí la necesidad de tecnologías que sean proactivas y logren ir más allá, facilitando la vida de los usuarios y mejorando su calidad de vida (ACS, 2018).

Por su parte, en un contexto en el que cada vez más y más datos son recopilados y compartidos por los diferentes dispositivos inteligentes que se encuentran en el hogar, temas como la seguridad y la privacidad del residente de la vivienda conllevan desafíos. La convergencia entre Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas y Blockchain, busca proporcionar mecanismos privados, seguros y descentralizados para el uso de la información (Zhou, et al., 2018).

¿CÓMO SE EVIDENCIA?

Cuando convergen las tres tecnologías, los asistentes virtuales logran ser más proactivos, identificar qué productos hacen falta en el hogar y sugerir ser ellos quienes los adquieran o indicar dónde puede encontrarse el mejor valor, son algunas de las acciones que permiten ajustar los hábitos de consumo de los usuarios, garantizando, a través del uso de Blockchain, que las transacciones se procesen de forma ágil y segura.

¿QUÉ LOGRA?

A través de dispositivos inteligentes, se recopilan enormes cantidades de datos que pueden ser aprovechados y capitalizados para mejorar la experiencia de los usuarios en sus hogares, los cuales se vuelven inmutables al emplear Blockchain, lo que permite que estén a salvo de ataques cibernéticos, y que la información esté protegida.

EJEMPLO

Samsung, uno de los gigantes de la tecnología cuenta con una línea de negocio exclusiva de soluciones de IoT e inteligencia artificial que convertir cualquier hogar, en un hogar inteligente. Samsung ha construido una plataforma que integra dispositivos, sistemas de comunicación, transferencia de datos y análisis de estos, para la automatización de cualquier espacio.



Salud y cuidado

TECNOLOGÍAS PRINCIPALES

Inteligencia Artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Blockchain

TECNOLOGÍAS SECUNDARIAS

Wearables, Big Data, Ciberseguridad, Cloud computing, Analítica predictiva, Robótica

¿A QUÉ SE REFIERE?

En la medida que las personas adoptan el uso de wearables para el monitoreo de la salud entregando información precisa de forma remota y al instante, y las instituciones de salud avanzan en el uso de análisis de datos y la inteligencia artificial, para mejorar los diagnósticos clínicos y predecir de forma efectiva diversas enfermedades, las alianzas entre estas instituciones y las compañías tecnológicas son cada vez más comunes (Cornell University, INSEAD & World Intellectual Property Organization, 2019).

No obstante, surgen cuestionamientos acerca de la integridad en el uso de los datos de pacientes y usuarios de la salud por parte de terceros y, es allí donde radica la importancia del Blockchain, pues permite que su información esté cifrada y protegida.

¿CÓMO SE EVIDENCIA?

La convergencia entre Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas y Blockchain, permite gestionar de manera integral los datos de los usuarios de la salud, de manera que los profesionales de la salud pueden obtener en tiempo real información acerca de las condiciones de salud de sus pacientes, a través de dispositivos médicos inteligentes (como los wearables), así como tener acceso a sus historiales médicos y planes de bienestar en caso de requerirlos. Existe, además, la posibilidad de comprar, vender o intercambiar datos generales de salud de pacientes para diferentes estudios científicos o para obtener más información sobre una enfermedad específica, manteniendo cifrada la información personal de éstos, garantizando así su privacidad.

¿QUÉ LOGRA?

La proliferación de dispositivos de salud conectados y compartiendo información y la necesidad de protegerse contra las violaciones de datos hacen de Blockchain una herramienta que contribuye notablemente al sector de la salud, pues permite mejorar la seguridad y la privacidad de los datos de los pacientes. Así mismo, al integrar esta tecnología con Inteligencia Artificial e Internet de las Cosas, las instituciones de salud aumentan su capacidad para realizar diagnósticos más certeros y para tratar enfermedades de forma preventiva, mejorando el cuidado de los pacientes y obteniendo resultados más eficientes. Gracias a la disponibilidad de información, los investigadores cuentan con datos suficientes que les permiten detectar anomalías a tiempo o realizar avances científicos de suma importancia Cornell University, INSEAD & World Intellectual Property Organization, 2019).

EJEMPLO

Gainfy es una plataforma de atención médica que emplea dispositivos blockchain, AI e IoT para mejorar la experiencia de la industria de la salud. Entre los principales productos que esta compañía ha desarrollado, se encuentran una plataforma digital de atención urgente, un sistema de verificación de identidad, una herramienta de cifrado de datos, un sistema de pago criptográfico y una base de datos para ensayos clínicos.

Mayo Clinic, por su parte, estableció una alianza estratégica a diez años con Google, para utilizar su plataforma en la nube y acelerar sus procesos de innovación a través de tecnologías digitales, como la inteligencia artificial y el análisis de datos.



PARA:



El futuro es de todos

MinTIC

Colombia
CENTRO PARA EL CUARTO INDUSTRIAL REVOLUCIÓN

OPERA:

ruta 71
MEDELLÍN
CENTRO DE INNOVACIÓN Y TALENTO

VISA

Industria redefinida

TECNOLOGÍAS PRINCIPALES

Inteligencia Artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Blockchain

TECNOLOGÍAS SECUNDARIAS

Machine Learning, Deep Learning, Automatización, Drones y Vehículos Autónomos, Robótica, Cloud computing, Edge computing, Data visualization, Digital twins, Analítica predictiva, Analítica Cognitiva

¿A QUÉ SE REFIERE?

Los rápidos cambios tecnológicos y las tendencias han hecho que la transición hacia un sistema de gestión de procesos más flexible y adaptativo sea casi un imperativo para las industrias que desean seguir siendo competitivas. En el mercado digital de hoy en día, las fuentes de ingresos tradicionales se están volviendo más veloces y el crecimiento sostenible requiere un nuevo modelo operativo basado en el cliente e impulsado por herramientas tecnológicas para brindar experiencias y resultados excepcionales.

Diversos sectores se encuentran hoy día ante el nuevo boom en tecnologías 4.0, buscando la optimización y eficiencia de los procesos a través de tecnologías de vanguardia, delegando actividades sistemáticas, principalmente en el acceso, manejo e intercambio de datos a las tecnologías inteligentes, con el ánimo de liberar el tiempo de las personas para que se dediquen a actividades más estratégicas dentro de las compañías (Deloitte, 2017b).

Las fábricas totalmente inteligentes permiten una creación continua de productos bajo demanda de forma ágil y sin intervención humana. Toda la línea de producción se configura con la ayuda de la Inteligencia Artificial y el Internet de las Cosas, permitiendo el acceso directo y el control a máquinas diferentes durante el proceso de fabricación, creando así procesos óptimos e inteligentes.

Es así como las nuevas fábricas transitan entre lo físico y lo digital, con los datos como un nuevo insumo para la producción, información que llega tanto desde el interior de la cadena de producción, como desde el suministro y desde el mismo cliente, y que es procesada en tiempo real para la optimización de los más mínimos detalles gracias a la inteligencia artificial; son los clientes los que, como un nuevo valor agregado, pueden además estar al tanto de todo el proceso productivo gracias a la confianza generada por la tecnología blockchain, que permite conocer al detalle todas las transacciones generadas en la producción.

¿CÓMO SE EVIDENCIA?

Muchos actores del sector industrial están aprovechando ya los componentes de una fábrica inteligente en áreas tales como planificación y programación avanzada, utilizando datos de producción e inventario en tiempo real, e inclusive la realidad aumentada para los mantenimientos preventivos (Deloitte, 2019d), y transacciones seguras mediante Blockchain. Así, se potencia la gestión de servicios a través de las tecnologías logrando que las empresas sean más flexibles, ágiles y receptivas, y ayudándoles a generar valor adicional al impulsar el crecimiento y las operaciones de escala rápidamente.

Un buen ejemplo del aporte de estas tecnologías se da cuando es necesario hacer un retiro de producción en mercado, esto se da cuando lotes completos de un producto están comprometidos por algún tipo de amenaza para los usuarios, en estos casos, la habilidad de identificar al detalle cuáles son los productos con deficiencias o problemas, permite hacer un retiro rápido y con el menor impacto posible para la industria. Con blockchain, junto con IoT, se puede hacer trazabilidad completa a la producción recopilando información detallada de cada producto que se estructura en la cadena de bloques y, de este modo, se asegura para futuro uso. Esto también permite apalancar la economía circular, puesto que permite hacer seguimiento al detalle de la disposición final de la producción, y así asegurar la sostenibilidad ambiental (CB insights, 2019b).

¿QUÉ LOGRA?

La incorporación de tecnologías genera valor a partir de la generación de flujos de trabajo más eficientes, la optimización de procesos y las mejoras operativas, también permite sincronizar el proceso de fabricación, la planificación de la cadena de suministro y las operaciones en un entorno digital unificado. Para aprovechar al máximo las oportunidades de crecimiento en el mercado, los fabricantes deberán transformar sus prácticas internas para respaldar un panorama de fabricación colaborativa, una cadena de suministro digital, modelos comerciales cambiantes y una fuerza laboral para el futuro (Brinkley, 2019).

EJEMPLO

NetObjex brinda a otras empresas y compañías de tecnología una plataforma de automatización inteligente que les permite hacer seguimiento, rastreo y monitoreo de activos digitales en diferentes sectores verticales de la industria, esta plataforma aprovecha el poder de las tecnologías IoT, AI y Blockchain, conjugándolas para permitir a las empresas hacer seguimiento a detalle de todas las transacciones e interacciones en su cadena productiva.



Ciberseguridad

TECNOLOGÍAS PRINCIPALES

Inteligencia Artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Blockchain

TECNOLOGÍAS SECUNDARIAS

Cloud computing, Deep Learning, Computer vision, Biométrica

¿A QUÉ SE REFIERE?

Nuevas regulaciones más estrictas, como el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) en Europa, la amenaza del delito cibernético y el aumento del valor y la proliferación de los datos del consumidor han hecho de la seguridad cibernética una preocupación universalmente apremiante. La convergencia de tecnologías como Inteligencia Artificial, Internet de las Cosas y Blockchain suprime de forma importante errores humanos en procesos de ciberseguridad (ASSOCHAM, 2018).

¿CÓMO SE EVIDENCIA?

Cuando prácticamente todo está equipado con sensores, los datos de registro y auditoría se pueden recopilar en un repositorio centralizado. El aprendizaje autónomo puede analizar estos datos de manera mucho más rápida y precisa que cualquier humano, tomar decisiones lógicas y tomar medidas autónomas. Y toda evidencia crítica se registra de forma segura a través de Blockchain (ASSOCHAM, 2018).

Estas tres tecnologías convergen entre sí evidenciándose en el impacto que gestiona el IoT en el blockchain, al transformar su potencial en redes de conectividad efectivas, y al mismo tiempo se verá impactada la creación de sinergias en entornos de trabajo de las economías digitales, haciendo de la cuarta revolución industrial una realidad (Verdú, 2018)

EJEMPLO

En el año 2008, IBM introdujo el concepto de “Smart Planet”, que conllevó eventualmente al desarrollo de un portafolio de productos y servicios que la compañía ofrece, entre ellos desarrollo de hardware, software y servicios digitales a gobiernos municipales; su primer proyecto fue el desarrollo del centro de comando en Río de Janeiro (Brasil), que integra datos de más de 30 agencias municipales y estatales bajo un mismo centro, con cientos de pantallas que monitorean el transporte, el agua, la energía, la seguridad, y otras operaciones clave.



¿QUÉ LOGRA?

Los sistemas de ciberseguridad deben estar actualizándose diariamente dado que cada día existen nuevas formas de ataques cibernéticos, y es aquí donde las tecnologías de blockchain, inteligencia Artificial e Internet de las Cosas cobra valor al lograr recopilar información de nuevas formas de amenazas, ataques, infracciones exitosas, aprender de ellas y desarrollar mecanismos de defensas de los archivos digitales, mitigando las amenazas a la vez que aprende nuevas y mejores formas de detectarlas y expulsarlas en el futuro (Deloitte, 2018e; Panesar, 2018).

Gracias a esto, las tecnologías mencionadas logran manejar grandes volúmenes de datos de seguridad, acelerar los tiempos de detección y respuesta, mantenerse al día en la carrera armamentista de Inteligencia Artificial (Varindia, 2019).

Personalización de productos y servicios

TECNOLOGÍAS PRINCIPALES

Inteligencia Artificial (AI), Internet de las Cosas (IoT), Blockchain

TECNOLOGÍAS SECUNDARIAS

Realidad virtual, Automatización, Cloud computing, Big Data, Analítica, Machine Learning, Deep Learning

¿A QUÉ SE REFIERE?

Actualmente, las tecnologías captan y gestionan grandes y diversos volúmenes de datos, para comprender de manera profunda las preferencias y comportamientos de cada cliente (Deloitte, 2019f). Esto permite ofrecer y entregar bienes y servicios totalmente personalizadas, partiendo del conocimiento profundo del usuario, sus motivaciones, condiciones específicas medioambientales, e incluso muchos de sus hábitos principales, creando una nueva generación de sistemas de servicios, que serán el nuevo multiplicador de valor para la industria, en tanto se podrá conectar en red varios aspectos (como herramientas, activos, materiales, personas, procesos y servicios) en una plataforma digital. Esto vendrá acompañado de grandes retos como lo es el tratamiento de datos personales, puesto que las empresas dispondrán de información tal que incluso podrán predecir las necesidades del usuario antes que ellos mismos (Brinkley, 2019).

Esta personalización masiva derivada de la información obtenida por los usuarios, es alimentada por dispositivos IoT como los Wearables o los dispositivos domóticos instalados en hogares y edificaciones, cada uno de estos genera cantidades de información que puede ser aprovechada por las industrias para extraer insights específicos a detalle de poblaciones seleccionadas, y que previamente hayan aprobado el uso de esta información, que puede ser transmitida mediante redes descentralizadas y protocolos seguros como el blockchain, que aportaría transparencia y daría valor a la información, generando un submercado de datos que puede ser aprovechado tanto por los usuarios, en este caso generadores o prosumidores, y por las industrias, que alimentarían sus sistemas de Inteligencia artificial para de esta forma generar mayor pertinencia a los productos.(Deloitte, 2015b)

De esta manera se genera el espectro de la personalización (Deloitte, 2015), que parte del esquema tradicional de la creación en masa de productos estándar, los cuales han sido diseñados teniendo en cuenta la cobertura de la mayor cantidad de población posible, basándose en elementos genéricos debido precisamente a la información disponible. De este punto pasa a la personalización en masa que tiene como sustento la curación de contenidos, lo que permite la modificación básica de los productos a partir de la información recopilada y suministrada directamente por los usuarios. Para llegar a la personalización en masa, es necesario contar con mayor cantidad de información para generar un set de productos desde los cuales se puede seleccionar el más indicado para la aplicación que requiera, esto se puede hacer mediante la intervención de tecnologías de sensado y de captura de información relevante del entorno, que son cruzadas con tendencias y necesidades poblacionales mediante procesos automatizados. Por último, se llega a la producción a la medida (Bespoke), en la que el usuario está altamente envuelto en el proceso de creación de productos y en el modelo de negocio, mediante tecnologías de intercambio de información y canales seguros que permitan generar confianza suficiente entre las partes para interactuar al detalle, esto, además, con la ayuda de tecnologías cognitivas que permitan multiplicar esfuerzos de escucha activa en las fábricas.

La personalización, en este caso, es una construcción continua, se puede lograr de forma incremental, permitiendo a las compañías experimentar con la personalización para aprender más sobre las reacciones de sus clientes y la demanda del mercado, teniendo en cuenta los pasos anteriores, para de esta forma hacerlo sin dañar la marca (Deloitte, 2015b).

¿CÓMO SE EVIDENCIA?

Las herramientas de gestión de contenido, descubrimiento y gestión de experiencias organizan la entrega de productos de manera dinámica, consistente y omnicanal, dejando ver que la industria está migrando a la entrega de soluciones centradas en el usuario a partir de sitios web, plataformas sociales, móviles, o la optimización de motores de búsqueda.

Las industrias migran la forma de capturar información de valor de sus usuarios, IoT permite un nivel extremos de cercanía con este y una resolución de detalle insuperable, pero estos datos deben ser curados de manera oportuna y efectiva, para de esta forma lograr generar los resultados esperados (Deloitte, 2019f).

¿QUÉ LOGRA?

Además de garantizar que los productos y servicios que se ofrecen estén realmente disponibles y puedan entregarse rápidamente y de una forma segura, los clientes o usuarios disfrutan de tener un mayor abanico de opciones donde, además, su intervención genera experiencias personalizadas. Esto permite alcanzar una mayor cantidad de audiencias y nichos, además de generar mayor afinidad del usuario con la marca o con el producto en cuestión.

EJEMPLO

La tienda de ropa Nordstrom lanzó recientemente una plataforma de experiencia de compra digital que utiliza las funciones de la aplicación de compra en teléfonos inteligentes para mejorar las experiencias en la tienda. Los clientes pueden ver una prenda de vestir que les gusta en las redes sociales; usando la aplicación y pueden contactar a su estilista personal de la tienda, quien los dirigirá a la tienda más cercana que tenga el artículo. Cuando el cliente llegue a ese lugar, encontrará un vestidor con su nombre en la puerta y el artículo dentro, listo para probarse; este tipo de servicio tan personalizado también es aplicable para cualquier industria.



06

ANEXO I

ANEXOS

6.1. IDENTIFICACIÓN DE TENDENCIAS

Y MACROTENDENCIAS

Las tendencias tecnológicas se identifican comúnmente a partir de aquellos desarrollos y aplicaciones que están en las primeras fases de apropiación. Según la teoría de difusión de la innovación de Rogers (1997), las primeras fases de adopción se dan por parte de Innovadores y adoptantes tempranos (Figura 56). En estas etapas, las fuentes de información tienen características más técnicas, dirigidas a públicos con el conocimiento suficiente para entender los atributos que ofrecen los nuevos productos. Por lo tanto, teniendo en cuenta la pertinencia de las fuentes, se seleccionan documentos con no más de 2 años desde su publicación, y se analiza su calidad en función de la profundidad técnica y el alcance de su difusión.

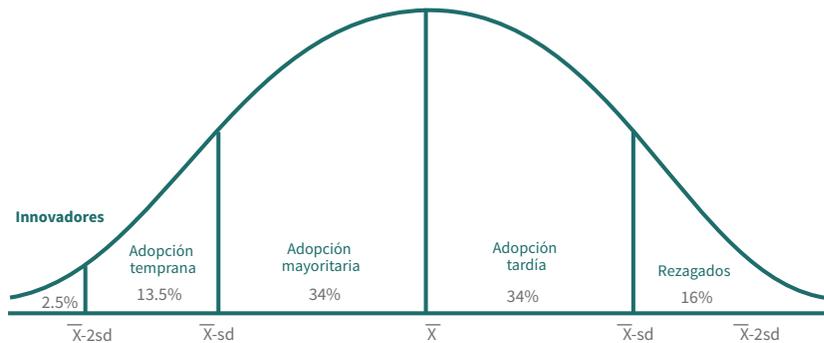


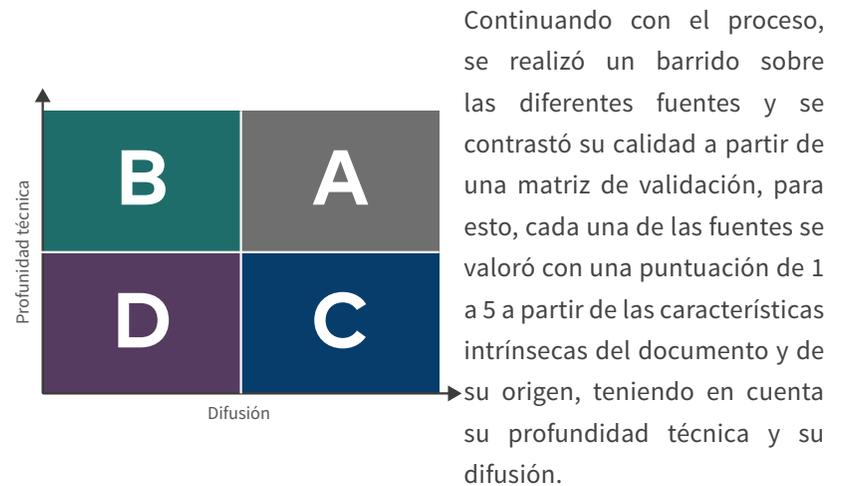
Figura 58 Teoría de categorización de adoptantes basados en innovación. Fuente: Diffusion of Innovations, fifth edition by Everett M. Roger

De esta forma, y teniendo en cuenta la multiplicidad de posibles fuentes de información, tendencias y megatendencias de todo tipo, y diversos

sectores de aplicación, se priorizaron las tendencias relacionadas al desarrollo y crecimiento de las tres tecnologías a profundizar desde el C4IR, que corresponden a Inteligencia Artificial -IA, Internet de las cosas -IoT y Blockchain.

Las fuentes fueron identificadas teniendo en cuenta:

- Organizaciones especializadas en estudios tendenciales
- Aplicaciones identificadas desde las diferentes tecnologías
- Otras fuentes tecnológicas reconocidas



Continuando con el proceso, se realizó un barrido sobre las diferentes fuentes y se contrastó su calidad a partir de una matriz de validación, para esto, cada una de las fuentes se valoró con una puntuación de 1 a 5 a partir de las características intrínsecas del documento y de su origen, teniendo en cuenta su profundidad técnica y su difusión.

Figura 59 Cuadrantes de priorización de fuentes.

Elaboración propia

En cuanto a la profundidad técnica, la definimos a partir de la forma como está presentada la información y el nivel de desagregación que presenta respecto a la tecnología o tendencia, de esta forma, se le asigna una calificación de cinco (5) para un documento técnico especializado,

que contiene información acerca de una o varias tecnologías, organizada de forma estructurada y presentada con alto nivel de detalle, con metodologías o descripciones paso a paso para replicabilidad. Y uno (1) para documentos de corte más divulgativo o referencial, con generalidades y elementos mayormente subjetivos, tanto de las tecnologías como de sus aplicaciones.

Por su parte, para el componente difusión, se adoptó una postura donde el nivel uno (1) corresponde a fuentes para sectores o aplicaciones muy especializadas o con poca difusión, como información recogida de empresas o instituciones particulares locales, y cinco (5) para fuentes altamente reconocidas y con un índice de citas alto, tanto desde el punto de vista comercial como académico.

De esta forma se construye una matriz como la mostrada en la Figura 56, donde se priorizaron fuentes que estuvieran en los campos A y B, que presentan una alta profundidad técnica y de difusión, seguidos por fuentes tipo C, con alta difusión y bajo nivel técnico (presente en portales o plataformas especializadas en la difusión de contenidos técnicos o tecnológicos), las tipo D fueron evitadas para el análisis tendencial debido a que no se contaba con una validación técnica o por pares suficientemente robusta para tomarlas como fuentes tendenciales, más sin embargo, este tipo de fuentes resultó de gran utilidad en la identificación de casos de aplicación y proyectos ejemplificantes, debido a que corresponden principalmente a reportes empresariales con una baja profundidad técnica y poco alcance de difusión, pero que permiten ver como las tecnologías son aplicadas en los diferentes contextos tendenciales.

Todo lo anterior se definió para establecer un grupo de fuentes lo suficientemente robusta y validada, que permitiera obtener un panorama amplio de comparación de elementos para la definición de las tendencias,

evitando, en la medida de lo posible, malos análisis de información debidos al contraste de elementos pobremente estructurados.

Al aplicar todo lo anterior en las fuentes identificadas para el presente estudio, arrojó como resultado la Figura 58, donde se muestran los diferentes documentos consultados y su clasificación en los cuadrantes establecidos. Para este caso el margen de priorización se estableció en 3 puntos para difusión y 3.5 puntos para profundidad técnica, debido a que, por las características de este informe, se precisa mayor profundidad técnica que de otros tipos. Estos resultados se pueden contrastar con el anexo bibliográfico, donde se puede identificar cada una de las fuentes consultadas y su posición relativa en el cuadrante.

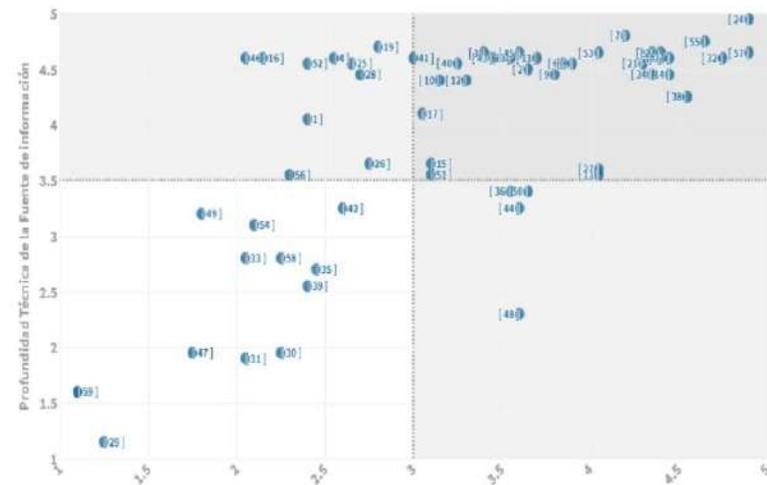


Figura 60 Clasificación de fuentes utilizadas en el informe, según su alcance y profundidad técnica.

Elaboración propia.

6.2. METODOLOGÍA DE SELECCIÓN DE ATRIBUTOS

Partiendo de la definición anterior, y con el apoyo de los expertos del Centro para la Cuarta Revolución Industrial -C4RI, sede Medellín, se identificaron una serie de atributos asociados a las diferentes tecnologías. Es así como de manera preliminar se asoció un atributo principal o guía, que permitiría ejemplificar el proceso y de esta forma clarificar el método de selección. Este atributo principal se originó del cruce de las diversas fuentes consultadas, teniendo en cuenta los elementos preeminentes en las soluciones que se están generando con las tecnologías, esto mediante un proceso de identificación y cruce de las tendencias, con las tecnologías y las soluciones que estas les aportan. El proceso entonces continuó con el apoyo de los expertos para que, teniendo en cuenta su conocimiento sobre las tecnologías, se logaran identificar otros atributos que pudieran estar relacionados y no ser tan evidentes.

De esta forma, se construyó un panorama de posibles elementos constitutivos de la “personalidad” de cada una de las tecnologías, que luego fueron validados desde aplicaciones, emprendimientos o empresas relevantes observadas a nivel global, evidenciándose la intencionalidad de imprimir el atributo específico para generar una solución a una necesidad de la sociedad. Esto permitió asociar diversos atributos en otros más generales y, de esta forma, generar un panorama de elementos que las tecnologías pueden aportar en la solución de diversos problemas.

El proceso anterior se puede resumir en el siguiente gráfico:



Figura 61 Esquema de definición de atributos de valor para las tecnologías priorizadas por el C4RI.

Fuente Elaboración propia.

6.3. LISTADO DE ATRIBUTOS



Agilidad: Es la capacidad de un sistema para realizar cualquier actividad con destreza y/o rapidez



Confiabilidad: Hace referencia a la calidad de ser creíble o confiable debido a que el sistema trabaja o se comporta como se espera.



Confianza: Seguridad que se tiene en la correcta operación de la tecnología en todo tipo de contextos.



Consenso: Implica el acuerdo adoptado por consentimiento entre todos los elementos constitutivos del sistema.



Desintermediación: Corresponde a la eliminación de intermediarios en una transacción entre dos partes, de forma que no hay terceras partes involucradas o centralizadas.



Eficacia: Corresponde a la capacidad de un dispositivo de realizar una tarea determinada, a pesar de las circunstancias. Es la habilidad de producir el efecto esperado.



Eficiencia: Implica el buen uso de los recursos en cualquier forma que no se malgasten, y corresponde a la relación entre la energía o recursos útiles entregados por un sistema dinámico y la energía o recursos suministrados.



Inmutabilidad: Imposibilidad de que la información sea cambiada o distorsionada de manera intencional por fuera de los protocolos establecidos para ellos. Es la capacidad de pertenecer imperturbable ante distintos ataques o afectaciones.



Integridad: Define la habilidad de presentarse como un todo sin divisiones apreciables. También corresponde a la capacidad de presentar la información sin corrupción.



Interoperabilidad: Capacidad de los sistemas de información de compartir datos y posibilitar el intercambio de información y conocimiento entre ellos.



Interoperabilidad (ii): Hace parte del grado en que dos o más productos, programas, sistemas, etc, pueden ser usados juntos. Corresponde a la cualidad de estar habilitado para trabajar en conjunto con otro componente de origen diferente.



Optimización: Corresponde a la forma como la tecnología busca la mejor manera de hacer una cosa para obtener los mejores resultados posibles



Personalización: Corresponde al atributo de dar a un objeto o servicio unas características exclusivas o extremadamente

detalladas que correspondan con las necesidades de un individuo o una colectividad específica.



Reproductibilidad: Corresponde con la fiabilidad en la generación de resultados futuros consistentes a partir de condiciones iniciales específicas



Seguridad: La seguridad está relacionada con la garantía que un sistema puede dar sobre el cumplimiento de una meta o propósito



Sentido de presencia: En el caso de IoT corresponde a la capacidad de generar la impresión de estar en varios los lugares o de acompañar durante todo el tiempo.



Transferencia de valor: Corresponde a la forma como se puede transar valor real a partir elementos digitales, teniendo en cuenta que con blockchain no se crea valor, sino que se le asigna una identidad digital que es susceptible de ser transferida sin destruir ni duplicar el valor.



Transparencia: Corresponde a la calidad de la tecnología de permitir ser “atravesada libremente” o “vista” dentro de ella, permitiendo evidenciar lo que ocurre en su interior.



Trazabilidad: Corresponde a la posibilidad de encontrar y seguir el rastro de la información, a través de todas las etapas de producción, transformación y distribución.



Ubicuidad: comprende el aprovechamiento de dispositivos en ambientes y espacios relacionados con diferentes medios, donde estos están inmersos completamente, indiferenciándose del espacio donde se encuentran.



Versatilidad: Corresponde a la habilidad de cambiar o ser usado fácilmente para diferentes situaciones. Contar con múltiples usos o aplicaciones dependiendo de la necesidad.

6.4. METODOLOGÍA DE PRIORIZACIÓN DE ODS

Teniendo en cuenta el poder transformador de las diferentes tecnologías 4IR, se hace importante definir claramente donde podría ser el mayor aporte de estas a los ODS, para esto se construyó una metodología de enfoque de tecnologías que permitiera acercar las metas de los ODS a las formas como las tecnologías podrían apalancarlas. Es así como se trabajó con el grupo de expertos del Centro para la Cuarta Revolución Industrial, para revisar los diferentes Objetivos y discutir sobre como cada tecnología podría apalancarlos, en términos de impacto Alto, Medio, Bajo o Nulo, esto mediante una herramienta de validación donde se discutía sobre cada uno de los Objetivos y sus metas.

Es así como el C4IR llega al siguiente resultado, fruto de las rondas de calificación:

Tabla 12. Tabla resultado de la priorización realizada sobre el impacto de las tecnologías en los ODS.

Fuente, elaboración propia

OBJETIVOS DE DESARROLLO SOSTENIBLE	IOT	BC	IA	TOTAL
ODS 1: Fin de la Pobreza	2,0	2,35	1,30	5,65
ODS 2: Hambre cero	3,0	2,08	2,24	7,32
ODS 3: Salud y Bienestar	2,8	2,00	2,94	7,72
ODS 4: Educación de calidad	2,8	1,28	2,06	6,11
ODS 5: Igualdad de Género	1,4	1,35	1,48	4,26
ODS 6: Agua limpia y saneamiento	3,0	1,28	2,00	6,28
ODS 7: Energía asequible y no contaminante	3,0	2,78	1,60	7,38
ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico	2,8	2,80	3,00	8,60
ODS 9: Industria, Innovación e infraestructura	3,0	2,80	3,00	8,80

ODS 10: Reducción de las desigualdades	1,1	2,80	1,60	5,50
ODS 11: Ciudades y comunidades sostenibles	3,0	2,00	2,30	7,30
ODS 12: Producción y consumo responsables	2,7	2,90	2,30	7,90
ODS 13: Acción por el clima	2,5	1,40	1,60	5,50
ODS 14: Vida submarina	2,6	1,70	1,60	5,90
ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres	2,8	1,15	2,20	6,15
ODS 16: Paz, justicia e instituciones sólidas	0,3	2,90	2,25	5,50
ODS 17: Alianzas para lograr los objetivos	0,2	2,80	1,60	4,55

Para llegar a este resultado, fue necesario generar rondas de calificación de impacto de los objetivos, estas se realizaron en talleres presenciales y virtuales con los expertos C4IR. En estas rondas se calificaron los 17 Objetivos de acuerdo con el aporte que la tecnología tenía en el logro de sus metas. Cada uno de los expertos emitió una calificación para las tres tecnologías, al contrastar la información, se ponderó el valor a partir del área de profundización del experto, dando un mayor peso a las opiniones marcadas en la tecnología que lideran, de esta forma se lograron los puntajes anteriores, que permitieron priorizar los 5 ODS a los que cada tecnología apoyaría más.

6.5. METODOLOGÍA DE IDENTIFICACIÓN DE DOCUMENTOS NORMATIVOS

Para la revisión de documentos normativos asociados al uso de AI, Blockchain e IoT se realizaron búsquedas en bases abiertas, en donde se empleó ecuaciones de búsqueda para detectar leyes o proyectos ley relacionados con usos, aplicaciones, soluciones o áreas afines a la tecnología. De acuerdo con la metodología de selección de información, los documentos identificados fueron localizados a partir de páginas oficiales de gobiernos, repositorio de textos regulatorios, y páginas de organismos multilaterales. Las siguientes tablas muestran las palabras

claves que sirvieron de guía inicial para la construcción de las ecuaciones que ayudaron a la identificación de documentación vigente.

Tabla 13. Palabras claves empleadas en la construcción de ecuaciones de búsqueda orientadas a identificar documentos regulatorios.

PALABRAS CLAVE: REGULACIÓN	
ESPAÑOL	INGLÉS
Ley	Law
Decreto	Decree
Legislación	Legislation
Regulación	Regulation
Documento, acto legislativo	act
Constitución	Constitution
Proposición/Proyecto de ley	Bill
Estrategia nacional	National Strategy, country strategy paper
Estatuto	Statute

Tabla 14. Palabras claves empleadas en la construcción de ecuaciones de búsqueda asociados a Blockchain.

PALABRAS CLAVE: BLOCKCHAIN	
ESPAÑOL	INGLÉS
	Blockchain
Criptomoneda	Cryptocurrency
Transacción	Transaction
Libro contabilidad	Ledger
Comercio	Commerce
Descentralización	Decentralization
Contratos inteligentes	Smart contract

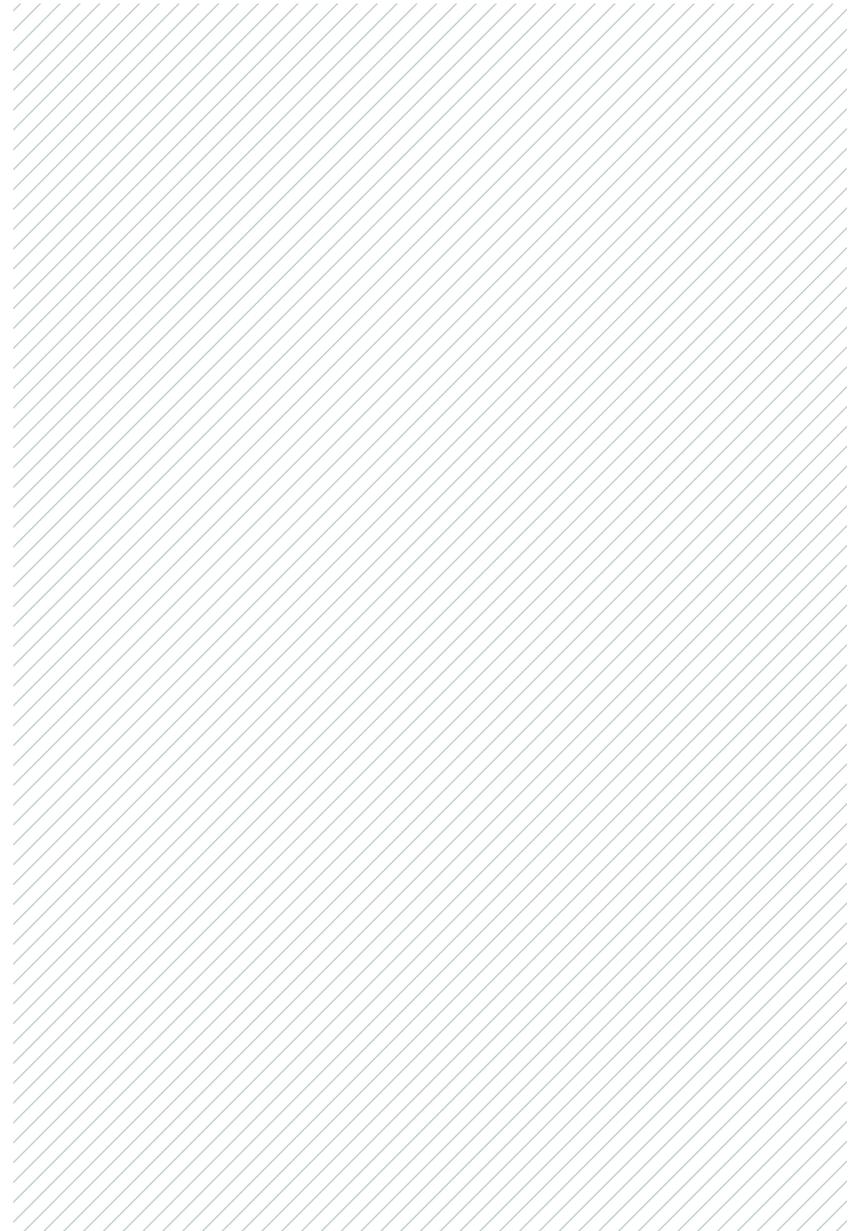
Tabla 15. Palabras claves empleadas en la construcción de ecuaciones de búsqueda asociados a IoT.

PALABRAS CLAVE: IoT	
ESPAÑOL	INGLÉS
Internet de las cosas	IoT
Conexión equipos	Connected Devices
Sistemas para IoT	System for IoT
Plataformas para IoT	IoT platform
Conectividad	Connectivity

Tabla 16. Palabras claves empleadas en la construcción de ecuaciones de búsqueda asociados a AI.

PALABRAS CLAVE: IA	
INGLÉS	
	Artificial Intelligence
	Machine learning
	Deep learning
	Neural network
	Emulate human intelligence
	Intelligence machine

Después de aplicar las ecuaciones de búsqueda y refinar los términos claves como resultado de un proceso iterativo de búsqueda, el criterio principal para listar los documentos en el presente informe fue la fuente de procedencia (oficiales o de agencias de gobierno) en el caso de las leyes, normas, regulaciones, y proyectos de ley. Para el caso de las estrategias o iniciativas nacionales se emplearon las palabras claves descritas previamente, haciendo énfasis en una ventana de tiempo sobre los últimos 5 años (periodo 2014 – 2019) a partir de la fecha de aplicación de las búsquedas en bases abiertas.



07

ANEXO II

ANEXOS

4IR: Siglas que hacen referencia al periodo de la Cuarta Revolución Industrial.

Algoritmo: Secuencia de instrucciones y operaciones lógicas que permiten llegar a un determinado resultado deseado.

C4IR: Siglas que hacen referencia al Centro para la Cuarta Revolución Industrial ubicado en la ciudad de Medellín

Centralizado: Que sus elementos están ubicados en el centro o en un único espacio.

Cibernética: Hace referencia a todos los elementos creados y regulados en un espacio virtual o por computador.

Cibersalud: Elementos de seguridad digital aplicados en el sector de salud.

Ciberseguridad: Elementos de seguridad digital

Comoditización: Referente a que el producto o servicio se está generalizando en el mercado, adquiriendo calidad de bien transable o intercambiable con otros productos del mismo tipo.

Constitución: ley fundamental de un Estado, con rango superior al resto de las leyes, que define el régimen de los derechos y libertades de los ciudadanos y delimita los poderes e instituciones de la organización política.

Dark box: interfaz normativa, en casos que emplean tecnología blockchain o DLT para la consecución de objetivos per se ilegales. Estos casos instan a los entes legislativos a desarrollar regímenes de cooperación global más

efectivos para detectar, rastrear y perseguir usos blockchain basados en actividades ilícitas. Lo anterior, requiere el desarrollo de políticas claras en la frontera de la recolección, análisis y distribución de datos, las cuales deben ser lo suficientemente robustas para crear y mantener una confianza pública.

Decreto: Norma de rango inferior a la Ley que la desarrolla o que tiene un ámbito propio de actividad independiente de aquélla; la competencia para dictar decretos radica en el Gobierno.

Descentralizado: Que sus elementos no están ubicados en un espacio común, sino que se encuentran distribuidos.

Drivers: Se entienden como drivers aquellos elementos habilitadores o impulsores que permiten el logro de un objetivo específico.

Edge/borde. Yo diría: Conjunto de servicios de cómputo y almacenamiento que se prestan remotamente a través de internet

FakeNews: Palabra de origen inglés que hace referencia a las noticias falsas.

Hardware: Componentes o elementos físicos pertenecientes al computador o sistema informático.

Impacto: Huella o efecto producto de una determinada acción.

Latencia: Para la tecnología es definido como retrasos o demoras que ocurren en una red de información

Legislación: Conjunto de procedimientos y trámites que impulsan y acompañan a la ley, desde la presentación del proyecto hasta la aprobación

del texto definitivo.

Macroanálisis: Análisis en el que se incluyen factores de estudio de diversas fuentes.

Macrotendencia: Las macrotendencias, por su parte, corresponden a la suma de diferentes tendencias que apuntan en una dirección determinada. De esta forma, la macrotendencia se define y se expresa desde las tendencias que la componen.

Megatendencia: Las megatendencias son de carácter global, sostenidas por fuerzas macroeconómicas de desarrollo que impactan los negocios, la economía, sociedad, culturas y vidas personales definiendo así nuestro mundo futuro y su progresivo ritmo de cambio (Frost & Sullivan, 2017).

Nodo: Se refiere a los puntos en donde se evidencia una intersección, conexión o unión de varios elementos que conforman una red.

Nube: Conjunto de servicios de cómputo y almacenamiento que se prestan remotamente a través de internet.

Patente: Derechos de propiedad atribuidos a una persona o una entidad por su creación o participación en la creación de una invención.

PCT: Tratado de Cooperación en materia de Patentes, es un tratado internacional que confiere prioridad a los solicitantes sobre un rango amplio de territorios de protección, esto no corresponde a una patente mundial, solo a una forma simple de reclamar prioridad.

Recycle box: Interfaz normativa para blockchain o tecnologías de registro distribuido (DLT por sus siglas en inglés), usada en casos en dichas soluciones tecnológicas pueden conseguir indiscutiblemente objetivos

permisibles de una forma mejor, rápida y menos costosa. Como resultado, estas soluciones requieren únicamente adaptaciones menores en los marcos regulatorios existentes a nivel nacional e internacional. En este sentido, el marco legal existente puede ser “reciclado” para varios casos de uso de blockchain.

Regulación: Acto jurídico de alcance general, obligatorio en todos sus elementos y directamente aplicable en todo un Estado.

Sandbox: Interfaz normativa empleada en los casos que usan tecnología blockchain y/o DTL para conseguir objetivos permisibles pero que de alguna forma implica un riesgo regulatorio los cuales, por razones relacionadas con las propiedades técnicas de blockchain, no pueden ser abordadas dentro del régimen legal sin destruir su propuesta de valor. La identificación del beneficio social de este tipo de casos requiere un trabajo coordinado entre legisladores nacional e internacionales con emprendedores de tecnologías blockchain y DTL para crear formas innovadoras de satisfacer los derechos normativos sobre múltiples industrias a una escala global.

Sensar: Neologismo que hace referencia a la captación de datos a partir de sensores.

Sensórica: Concepto que hace referencia al uso de sensores para la captación de datos.

Simulación: Acción de experimentar en un ambiente creado de manera artificial.

Software: Programas o elementos digitales pertenecientes al sistema informático.

Tecnología: Es la aplicación del conocimiento científico a los objetivos prácticos de la vida humana o, como a veces se dice, al cambio y la manipulación del entorno humano (Encyclopaedia Britannica, 2019)

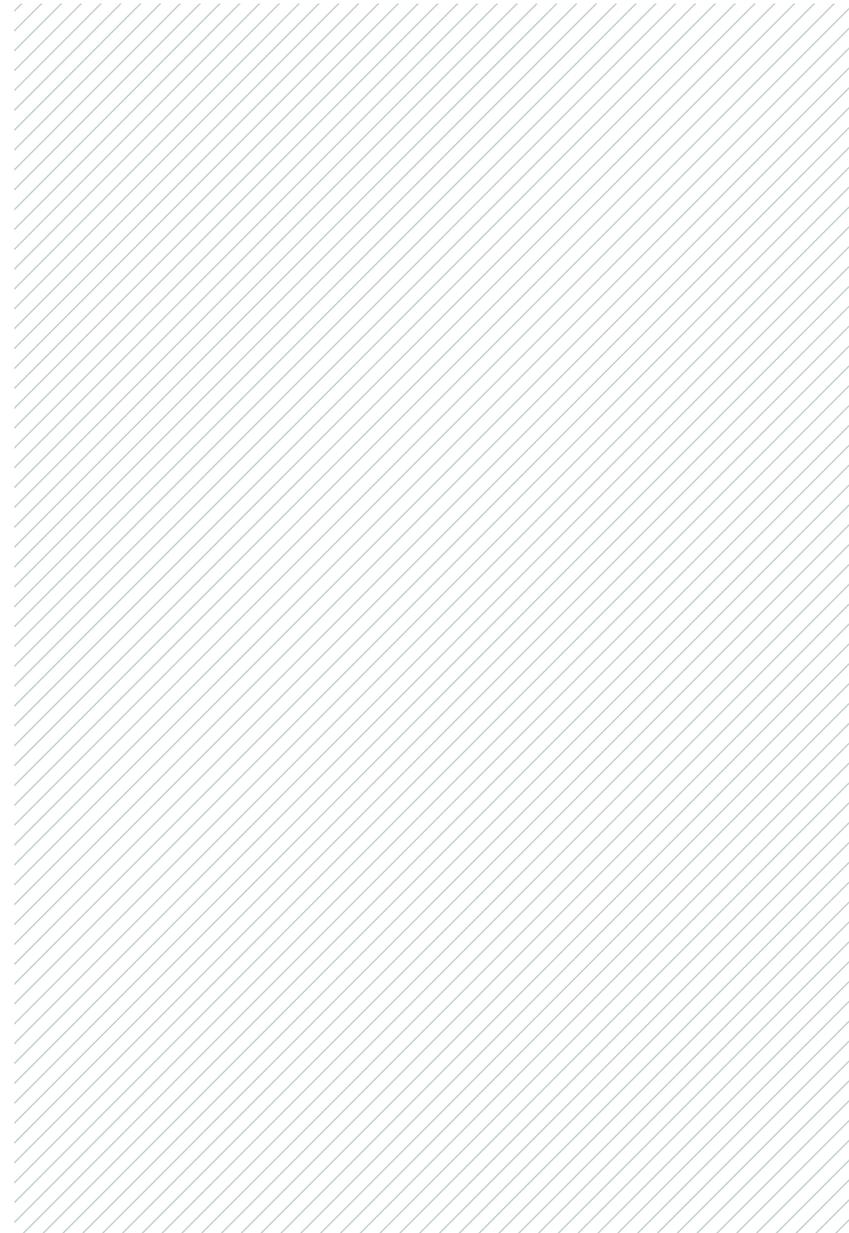
Tendencia: Una tendencia es una dirección general hacia la cual algo está cambiando, desarrollándose o desviándose durante diferentes periodos de tiempo. Estas tendencias se podrán clasificar como secundarias para marcos de tiempo cortos, primarias para marcos de tiempo medio y seculares para marcos de tiempo largos. El término también puede significar una moda. Una tendencia implica un patrón de cambio gradual en un proceso, producto o condición.

Por ejemplo: “En el mundo de las redes sociales si algo se vuelve tendencia, es tema de muchas publicaciones compartidas”.

Proposición o proyecto de ley: Iniciativa legislativa presentada a los órganos que ejercen la potestad legislativa de un Estado.

TIC: Siglas que hacen referencia a tecnología, información y comunicaciones.

Wearables: Dispositivos que son usados por los seres humanos o incorporados en el cuerpo humano y que permiten la captación de información e integración con otros dispositivos.



08

ANEXO III

ANEXOS

- Accenture. (2019). Global IT company drives operational excellence. Retrieved September 17, 2019, from <https://www.accenture.com/us-en/case-studies/operations/driving-excellence-through-intelligent-finance>
- Acemoglu, D., & Restrepo, P. (2018). Artificial Intelligence, Automation and Work. Retrieved from <http://www.nber.org/papers/w24196>
- ACI Universal Payments. (2017). Unlocking the Real Benefits of “Sweet Spot.” ACI Universal Payments, 10. Retrieved from <https://www.aciworldwide.com/-/media/files/collateral/trends/unlocking-benefits-of-blockchain-tl-us.pdf>
- ACS (2018a). Artificial Intelligence- a starter guide to the future of business. Retrieved from: <https://www.acs.org.au/content/dam/acs/acs-publications/ACS%20Artificial%20Intelligence%20Starter%20Guide.pdf>
- ACS (2018b). Blockchain Innovation A Patent Analytics Report. (November). Retrieved from: <https://www.acs.org.au/content/dam/acs/acs-publications/ACS%20Blockchain%20Report.pdf>
- AI HLEG. (2019). A Definition of AI: Main Capabilities and disciplines. Retrieved from https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=56341
- Allied Market Research (2018) Global Smart Cities Market.
- Alsén, D., Patel, M., & Shangkuan, J. (2017). The future of connectivity: Enabling the Internet of Things.
- Andoni, M., Robu, V., Flynn, D., Abram, S., Geach, D., Jenkins, D., Peacock, A. (2019). Blockchain technology in the energy sector: A systematic review of challenges and opportunities. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 100(February 2018), 143–174. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.10.014>
- ASSOCHAM. (2018). Cybersecurity for Industry 4.0: Cybersecurity implications for government, industry and homeland security. EY. Retrieved from [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-cybersecurity-for-industry-4-0/\\$File/ey-cybersecurity-for-industry-4-0.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-cybersecurity-for-industry-4-0/$File/ey-cybersecurity-for-industry-4-0.pdf)
- Attia, T. M. (2019). Challenges and Opportunities in the Future Applications of IoT Technology. *ECONSTOR*, 2, 16.
- Banco Mundial (2019), “La naturaleza cambiante del trabajo” Retrieved from <http://documents.worldbank.org/curated/en/636921541603308555/pdf/WDR2019-Overview-Spanish.pdf>
- BBVA. (2018). Digital Identity: the current state of affairs. Retrieved from: https://www.bbva.com/wp-content/uploads/2018/02/Digital-Identity_the-current-state-of-affairs.pdf
- BCG. (2019). The Incumbent’s Advantage in the Internet of Things. Retrieved from <https://www.bcg.com/publications/2019/incumbent-advantage-internet-of-things-iot.aspx>
- BID (2018). El futuro del trabajo en America Latina y el Caribe, Retrieved from https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/El_futuro_del_trabajo_en_Am%C3%A9rica_Latina_y_el_Caribe_Una_gran_oportunidad_para_la_regi%C3%B3n_versi%C3%B3n_para_imprimir.pdf

- BID (2019). El impacto de la infraestructura digital en los Objetivos de Desarrollo Sostenible. Retrieved from https://publications.iadb.org/publications/spanish/document/El_impacto_de_la_infraestructura_digital_en_los_Objetivos_de Desarrrollo_Sostenible_un_estudio_para_países_de_América_Latina_y_el_Caribe_es_es.pdf?download=true
- Blemus, S. (2018). Law and Blockchain: A Legal Perspective on Current Regulatory Trends Worldwide. *Doctrine*, 15. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3080639>
- Boeckl, K., Fagan, M., Fisher, W., & Scarfone, K. (2018b). Considerations for Managing Internet of Things (IoT) Cybersecurity and Privacy Risks. National Institute of Standards and Technology, (June). <https://doi.org/10.6028/NIST.IR.8228>
- Bøhler, H. M. (2017). EU copyright protection of works created by artificial intelligence systems. 1–37.
- Brinkley, J. (2019). Smart Manufacturing and Digital Continuity to Provide more Visibility in Factories of the Future. Retrieved from <https://ww2.frost.com/news/press-releases/smart-manufacturing->
- Business & Sustainable Development Commission. (2017). Better Business Better World. Retrieved from https://www.unglobalcompact.org/docs/news_events/9.3/better-business-better-world.pdf
- Cambridge University (2019). 2 Nd Global Enterprise Blockchain. Retrieved from https://www.jbs.cam.ac.uk/fileadmin/user_upload/research/centres/alternative-finance/downloads/2019-ccaf-second-global-enterprise-blockchain-report.pdf
- Cambridge University Press. (2008). Cambridge online dictionary.
- Capgemini. (2017). Big & Fast Data: The Democratization of Information. Capgemini Research Institute.
- CB Insights. (2019a). Artificial Intelligence Trends. CB Insights. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-57261-1>
- CB Insights. (2019b). Blockchain Trends In Review. CB Insights. Retrieved from <https://www.cbinsights.com/research/report/blockchain-trends-opportunities/>
- CB Insights. (2019c). What's Next In Advanced Manufacturing. Retrieved from <https://www.cbinsights.com/research/report/advanced-manufacturing-trends-2019/>
- Cognizant. (2016). Blockchain in Banking: A Measured Approach. In Cognizant Reports. Retrieved from <https://www.cognizant.com/whitepapers/Blockchain-in-Banking-A-Measured-Approach-codex1809.pdf>
- Collette, B., Ramos, S., & Laurent, P. (2018). Blockchain and the impact on fund distribution. Deloitte.
- Comisión Europea (2019). Blockchain Now and Tomorrow. <https://doi.org/10.2760/29919>
- DARPA. (2016). A DARPA perspective on Artificial Intelligence. Retrieved from <https://www.darpa.mil/attachments/AIFull.pdf>
- Daugherty, P., & Carrel-Billiard, M. (2019). ARE YOU READY FOR WHAT' S NEXT? The Post-Digital READY FOR WHAT' S NEXT? Techvision 2019,

- 1-41. Retrieved from https://www.accenture.com/_acnmedia/PDF-94/Accenture-TechVision-2019-Tech-Trends-Report.pdf
- Deloitte. (2015). The more things change: Value creation, value capture, and the Internet of Things. Obtenido de Deloitte Review 17: <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/deloitte-review/issue-17/value-creation-value-capture-internet-of-things.html>
 - Deloitte. (2016a). Inside the Internet of Things (IoT) A primer on the technologies building the IoT. Deloitte Insights. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/iot-primer-iot-technologies-applications/DUP_1102_InsideTheInternetOfThings.pdf
 - Deloitte. (2016b). Blockchain: Democratized trust, Deloitte University Press. World Economic Forum. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends/2016/blockchain-applications-and-trust-in-a-global-economy.html>
 - Deloitte. (2017a). Automatización Robótica de Procesos (RPA). Deloitte Consulting Group S.C. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/ec/Documents/deloitte-analytics/Estudios/Automatizacion_Robótica_Procesos.pdf
 - Deloitte. (2017b). Bullish on the business value of cognitive Leaders in cognitive and AI weigh in on what's working and what's next.
 - Deloitte. (2017c). Blockchain: Trust economy. Deloitte Insights. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends/2017/blockchain-trust-economy.html>
 - Deloitte. (2018). applications for the public sector Blockchain basics for government. Deloitte Insights. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4512_Blockchain-in-Government2/DI_Blockchain-in-Government2.pdf
 - Deloitte. (2018a). Artificial Intelligence. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/deloitte-analytics/deloitte-nl-data-analytics-artificial-intelligence-whitepaper-eng.pdf>
 - Deloitte. (2018b). Blockchain & Cyber Security. Deloitte. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/technology-media-telecommunications/Blockchain-and-Cyber.pdf>
 - Deloitte. (2018c). Blockchain @ Media A new Game Changer for the Media Industry? Monitor Deloitte. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/tr/Documents/technology-media-telecommunications/deloitte-PoV-blockchain-media.pdf>
 - Deloitte. (2018d). Blockchain and the impact on fund distribution. Deloitte. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/lu/en/pages/technology/articles/impacts-blockchain-fund-distribution.html>
 - Deloitte. (2018e). Blockchain to blockchains: Broad adoption and integration enter the realm of the possible. Deloitte Insights. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/Tech-Trends-2018/4109_TechTrends-2018_FINAL.pdf
 - Deloitte. (2018f). Estado de la inteligencia artificial en la empresa, 2a. Edición. Retrieved from: <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/co/Documents/technology/IA%20en%20la%20empresa.pdf>
 - Deloitte. (2018g). Exponential technologies in manufacturing Transforming the future of manufacturing through technology, talent,

- and the innovation ecosystem. Deloitte. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/manufacturing/us-mfg-advanced-manufacturing-technologies-report.pdf>
- Deloitte. (2018h). Forces of change: Smart cities. Deloitte Insights. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4421_Forces-of-change-Smart-cities/DI_Forces-of-change-Smart-cities.pdf
 - Deloitte. (2018i). Key challenges. Deloitte.
 - Deloitte. (2018j). The internet of things: a technical premiere. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/internet-of-things/technical-primer.html>
 - Deloitte. (2019a). Beyond marketing: Experience reimagined. Retrieved September 17, 2019, from <https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/tech-trends/2019/personalized-marketing-experience-reimagined.html>
 - Deloitte. (2019b). Blockchain: visión tecnológica. Deloitte. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/es/es/pages/technology/articles/blockchain-vision-tecnologichtml>
 - Deloitte. (2019c). Deloitte's 2019 Global Blockchain Survey: Blockchain Gets Down to Business. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/se/Documents/risk/DI_2019-global-blockchain-survey.pdf
 - Deloitte. (2019d). Internet of things (IoT). Smart Innovation, Systems and Technologies. https://doi.org/10.1007/978-981-13-3384-2_11
 - Deloitte. (2019e). IoT powered by Blockchain How Blockchains facilitate the application of digital twins in IoT. Retrieved from <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/Innovation/IoT-powered-by-Blockchain-Deloitte.pdf>
 - Deloitte. (2019f). Renewables (em)power smart cities. Deloitte Insights. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4971_Smart-renewable-cities/DI_Smart-renewable-cities.pdf
 - Deloitte. (2019g). Tech trends 2019: Beyond the digital frontier. 142. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/Tech-Trends-2019/DI_TechTrends2019.pdf
 - Deloitte. (2019h). The adoption of disruptive technologies in the consumer products industry. Deloitte Insights. Retrieved from https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4742_disruptive-technologies-consumer-products/DI_Disruptive-digital-technologies.pdf
 - Dentsu AEGIS network. (2019). TRENDS TO WATCH. Dentsu AEGIS Network, 1–3.
 - Digital Future Society (2019) Toward better data governance for all: Data ethics and privacy in the digital era
 - DMI. (2019). Important Ai and Analytics Trends for 2019.
 - Drescher, D. (2017). Blockchain basics: A non-technical introduction in 25 steps. In Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps. <https://doi.org/10.1007/978-1-4842-2604-9>
 - Ellen Macarthur Foundation. (2019). ARTIFICIAL INTELLIGENCE AND

THE CIRCULAR ECONOMY. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/artificial-intelligence-and-the-circular-economy-ai-as-a-tool-to-accelerate-the-transition>

- Encyclopaedia Britannica. (2019). Technology. Retrieved September 10, 2019, from <https://www.britannica.com/technology/technology>
- Ernst & Young. (2019). Future of IoT. Retrieved from: [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_Future_of_IoT/\\$FILE/EY-future-of-lot.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_Future_of_IoT/$FILE/EY-future-of-lot.pdf)
- European Commission. (2019a). Blockchain Now and Tomorrow. European Commission. <https://doi.org/10.2760/29919>
- European Commission. (2019b). Ethics guidelines for trustworthy AI. Retrieved from: https://ec.europa.eu/newsroom/dae/document.cfm?doc_id=60423
- EY (2019a) Emerging Technologies: Changing how we live, work and play. Retrieved from [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-mint-emerging-technologies-report-2019/\\$File/ey-mint-emerging-technologies-report-2019.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/ey-mint-emerging-technologies-report-2019/$File/ey-mint-emerging-technologies-report-2019.pdf)
- EY (2019b). Future of IOT. Retrieved from [https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_Future_of_IoT/\\$FILE/EY-future-of-lot.pdf](https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/EY_-_Future_of_IoT/$FILE/EY-future-of-lot.pdf)
- FAO (2012), “How to feed the world in 2050”, http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/expert_paper/How_to_Feed_the_World_in_2050.pdf
- FAO (2019). E-agriculture in action: Blockchain for agriculture. FAO. Retrieved from <http://www.fao.org/3/CA2906EN/ca2906en.pdf>
- Feldman, S. (2019). Artificial intelligence funding worldwide through March 2019. Retrieved from <https://www.statista.com/chart/17966/worldwide-artificial-intelligence-funding/>
- Financial, D. F. O. R., Affairs, E., & Committee, C. G. (2018). Blockchain Technology and Corporate Governance. 1–32. Retrieved from [https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DAF/CA/CG/RD\(2018\)1/REV1&docLanguage=En](https://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?cote=DAF/CA/CG/RD(2018)1/REV1&docLanguage=En)
- Ford, D. T., & Qamar, S. (2017). Seeking opportunities in the Internet of Things (IoT). Retrieved from <http://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1117005/FULLTEXT01.pdf>
- Frost & sullivan. (2010). World’s Top Global Mega Trends To 2020 and Implications to Business, Society and Cultures. Frost & Sullivan. Retrieved from <https://store.frost.com/world-s-top-global-mega-trends-to-2020-and-implications-to-business-society-and-cultures-19880.html>
- Frost & Sullivan. (2019). Environment and Sustainability. Retrieved September 23, 2019, from <https://ww2.frost.com/research/industry/techvision/environment-and-sustainability/>
- Frost & Sullivan. (2019). New Business Models - Value for Many. Retrieved September 13, 2019, from <https://ww2.frost.com/wp-content/uploads/2019/09/article-1-VIG.pdf>
- Gartner. (2018). Gartner dice que el valor comercial global de inteligencia artificial alcanzará los \$ 1.2 billones en 2018. Retrieved

- October 31, 2019, from <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2018-04-25-gartner-says-global-artificial-intelligence-business-value-to-reach-1-point-2-trillion-in-2018>
- Gartner. (2019). Gartner Says AI Technologies Will Be in Almost Every New Software Product by 2020. Retrieved October 31, 2019, from <https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2017-07-18-gartner-says-ai-technologies-will-be-in-almost-every-new-software-product-by-2020>
 - Gavaghan, C., Knott, A., Maclaurin, H., Zerilli, J., (2019). Government use of artificial intelligence in New Zealand. Wellington.
 - Global Blockchain Business Council. (2019). Blockchain 101: Cryptocurrencies, Digital Assets and Blockchains Session 101: GBB, (May).
 - Google, & Ellen MacArthur Foundation. (2019). Artificial Intelligence and the Circular Economy. In Ellen MacArthur Foundation.
 - GRI, UNGLOBALCOMPACT, & WBCSD. (2015). SDG Compass. Retrieved from https://sdgcompass.org/wp-content/uploads/2016/06/SDG_Compass_Spanish-one-pager-view.pdf
 - HBR (2019). Accelerating the Internet of Things Timeline. Retrieved from: <https://hbr.org/resources/pdfs/comm/siemens/Acceleratingtheiot.pdf>
 - Holdowsky, J., & Killmeyer, J. (2019). From siloed to distributed Blockchain enables the digital supply network. Deloitte Insights. Retrieved from [https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4733_From-siloed-to-distributed/DI_From-siloed-to-](https://www2.deloitte.com/content/dam/insights/us/articles/4733_From-siloed-to-distributed/DI_From-siloed-to-distributed.pdf)
 - distributed.pdf
 - HOWTOMINE. (2019). Welcome to Smart Contracts. Retrieved October 25, 2019, from <https://howtomine.com/es/contratos-inteligentes/>
 - IATA (2018). Blockchain in Aviation. Exploring the fundamentals, use cases, and Industry initiatives. [online] Available at: <https://www.iata.org/publications/Pages/blockchain.aspx> [Accessed 1 nov. 2019].
 - IATT-STI (2017) Landscape of Science, Technology and Innovation initiativesfortheSDGs.Retrievedfromhttps://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/147462017.05.05_IATT-STI-Mapping.pdf
 - Ibáñez, L.-D., O'hara, K., & Simperl, E. (n.d.). On Blockchains and the General Data Protection Regulation. Retrieved from <https://www.hyperledger.org/>
 - IDC (2019). Worldwide Artificial Intelligence Market Shares. Retrieved November 7, 2019, from <https://www.themspub.com/app/uploads/2019/09/Worldwide-Artificial-Intelligence-Market-Shares-2018-IDC-Report.pdf>
 - ILOSTAT (2019) Internatinal labor organization statistics, retrieved from https://www.ilo.org/shinyapps/bulkexplorer8/?lang=en&segment=indicator&id=SDG_0852_SEX_AGE_RT_A
 - Incident Management Information Sharing (IMIS) Internet of Things (IoT) Extension Engineering Report. (2016). Retrieved from <http://www.opengis.net/doc/PER/IMIS>
 - International Finance Corporation. (2019). Opportunities for

- Private Enterprises in Emerging Markets. International Finance Corporation, (January). Retrieved from <https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/8a338a98-75cd-4771-b94c-5b6db01e2797/201901-IFC-EMCompass-Blockchain-Report.pdf?MOD=AJPERES>
- International Renewable Energy Agency, T. (2019). Internet of Things – Innovation landscape brief. Retrieved from www.irena.org
 - IOTA. (2019). IOTA. Retrieved from <https://www.iota.org/>
 - Irdeto. (2019). Irdeto Global connected industries cybersecurity survey.
 - ITU. (2012). Visión general de la Internet de las cosas (ITU-T Y.4000/Y.2060 (06/2012)). 20.
 - KPMG (2019). Innovating a smarter and safer power network IoT powers and efficiency. Retrieved from <https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/us/pdf/2019/07/managing-iot-risks-in-power-and-utilities.pdf>
 - Kulkarni, A. (2017). Blockchain: Applications in payments. European Payments Council. Retrieved from <https://www.europeanpaymentscouncil.eu/news-insights/insight/blockchain-applications-payments>
 - Legal Research Directorate staff, G., & Library of Congress, L. (2018). Regulation of Cryptocurrency Around the World. Retrieved from <http://www.law.gov>
 - LEGISLATOR'S TOOLKIT FOR BLOCKCHAIN TECHNOLOGY. (2018).
 - Matta, P., & Pant, B. (2019). Internet-of-things: genesis, challenges and applications. In P. Matta and B. Pant Journal of Engineering Science.
 - Maupin, J. A. (2017). Mapping the Global Legal Landscape of Blockchain Technologies. SSRN Electronic Journal. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2930077>
 - McKinsey (2017). The future of connectivity: Enabling the Internet of Things. McKinsey & Company. Retrieved from [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Technology Media and Telecommunications/High Tech/Our Insights/The future of connectivity Enabling the Internet of Things/The-future-of-connectivity-Enabling-the-Internet-of-Things.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Technology%20Media%20and%20Telecommunications/High%20Tech/Our%20Insights/The%20future%20of%20connectivity%20Enabling%20the%20Internet%20of%20Things/The-future-of-connectivity-Enabling-the-Internet-of-Things.ashx)
 - McKinsey (2016a). Digital globalization: The new era of global flows. 47(2), 142. <https://doi.org/10.1021/ed047p142>
 - McKinsey (2016b). Unlocking the potential of the Internet of Things.
 - McKinsey (2017a). A future that works: automation, employment, and productivity. (January). Retrieved from <http://www.gmw.rug.nl/~stud099/Marius/Home01.html>
 - McKinsey (2017b). Artificial Intelligence, The next digital frontier? Retrieved from <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Advanced%20Electronics/Our%20Insights/How%20artificial%20intelligence%20can%20deliver%20real%20value%20to%20companies/MGI-Artificial-Intelligence-Discussion-paper.ashx>
 - McKinsey (2017c). Jobs lost, jobs gained: workforce transitions in a time of automation. Retrieved from <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Featured%20Insights/Future%20of%20Organizations/What%20the%20future%20of%20work%20will%20mean%20for%20>

jobs%20skills%20and%20wages/MGI-Jobs-Lost-Jobs-Gained-Report-December-6-2017.ashx

- McKinsey (2018a). Blockchain beyond the hype: What is the strategic business value? McKinsey Quarterly. Retrieved from: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Business%20Functions/McKinsey%20Digital/Our%20Insights/Blockchain%20beyond%20the%20hype%20What%20is%20the%20strategic%20business%20value/Blockchain-beyond-the-hype-What-is-the-strategic-business-value.ashx>
- McKinsey (2018b). Modeling the global economic impact of AI | McKinsey. (September). Retrieved from <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy>
- McKinsey (2018c). Notes from the AI frontier: Modeling the impact of AI on the world economy. Retrieved from: <https://www.mckinsey.com/featured-insights/artificial-intelligence/notes-from-the-ai-frontier-modeling-the-impact-of-ai-on-the-world-economy>
- McKinsey (2019a). Growing opportunities in the Internet of Things. Retrieved from [https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Private Equity and Principal Investors/Our Insights/Growing opportunities in the Internet of Things/Growing-opportunities-in-the-Internet-of-Things-v5.ashx](https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Private%20Equity%20and%20Principal%20Investors/Our%20Insights/Growing%20opportunities%20in%20the%20Internet%20of%20Things/Growing-opportunities-in-the-Internet-of-Things-v5.ashx)
- McKinsey (2019b). These 9 technological innovations will shape the sustainability agenda in 2019. Retrieved September 23, 2019, from [https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/sustainability-blog/these-9-technological-innovations-will-](https://www.mckinsey.com/business-functions/sustainability/our-insights/sustainability-blog/these-9-technological-innovations-will)

shape-the-sustainability-agenda-in-2019

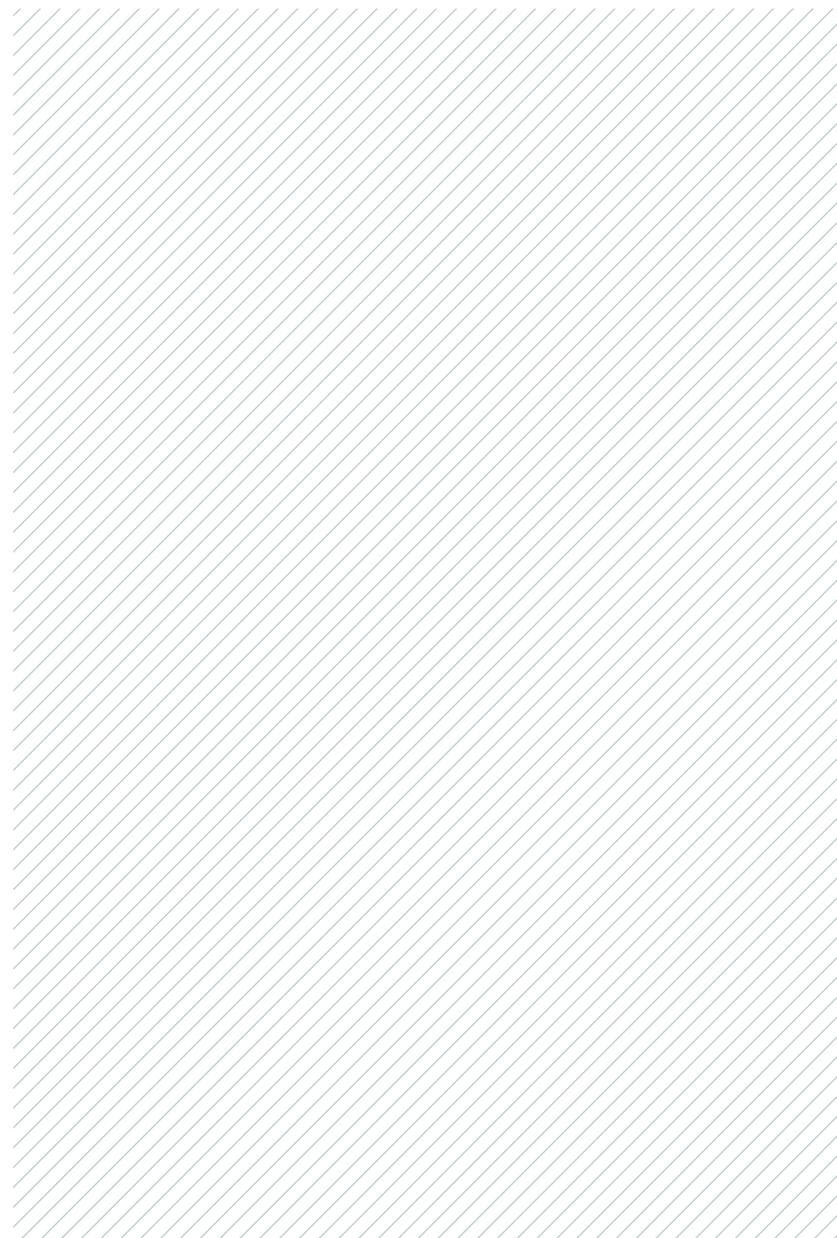
- Merriam-Webster Inc. (2016). Merriam-Webster's online dictionary (11 ed.).
- Mishal, D. (2018). Understanding The Artificial Intelligence Taxonomy And Its Ecosystem. Retrieved October 29, 2019, from <https://analyticsindiamag.com/understanding-the-artificial-intelligence-taxonomy-and-its-ecosystem/>
- MIT Technology Review. (2018). What is AI? We drew you a flowchart to work it out - MIT Technology Review. Retrieved October 29, 2019, from <https://www.technologyreview.com/s/612404/is-this-ai-we-drew-you-a-flowchart-to-work-it-out/>
- Mordor Intelligence (2017) Global artificial intelligence market In food and beverage sector (2018-2023).
- Mordor Intelligence (2018a) Global agricultural robots and mechatronics market growth, trends, and forecast (2018 - 2023)
- Mordor Intelligence (2018b) Global big data in power sector market
- National Bureau Of Economic Research. (2019). The Economics of Artificial Intelligence.
- Nelson, R. M. (2019). Statement of "Examining Regulatory Frameworks for Digital Currencies and Blockchain." <https://doi.org/TE10034>
- Nescibes (2019) Blockchain adoption in automotive industry.
- Observatory of Public Sector Innovation, R. of the P. S. D. (2019). Hello, World: Artificial Intelligence and its use in the Public Sector.

- OECD. (2019a). The Potential for Blockchain Technology in Public Equity Markets in Asia. OECD. Retrieved from <http://www.oecd.org/corporate/The-Potential-for-Blockchain-in-Public-Equity-Markets-in-Asia.pdf>
- OECD. (2019b). OECD BLOCKCHAIN POLICY FORUM OECD Blockchain Primer POLICY. OECD. Retrieved from <https://www.oecd.org/finance/OECD-Blockchain-Primer.pdf>
- Panesar, D. (2018). AI in cyber security: a help or a hindrance? Retrieved from <https://www.information-age.com/ai-cyber-security-123476926/>
- Pavel P. Baranov, Aleksey Yu. Mamychev, Andrey A. Plotnikov, Dmitry Yu. Voronov, E. M. V. (2018). Problems of Legal Regulation of Robotics and Artificial Intelligence in Russia: Some Approaches to The Solution. Herald NAMSCA, 3, 5.
- PNUD (2016a) ¿Qué son los objetivos de desarrollo sostenible? Retrieved from: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals.html>
- PNUD (2016b) Objetivos de Desarrollo Sostenible. Retrieved from: <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/background>
- PwC. (2017a). Sizing the prize. What's the real value of AI for your business and how can you capitalise? Retrieved from <https://www.pwc.com/gx/en/issues/analytics/assets/pwc-ai-analysis-sizing-the-prize-report.pdf>
- PwC. (2017b). Working in an SDG economy, Aligning business activity to the Global Goals. Retrieved from <https://www.PwC.com/gx/en/sustainability/publications/assets/working-in-an-sdg-economy.pdf>
- PwC. (2018). Building blockchains for a better planet. (September). Retrieved from: <https://www.PwC.com/gx/en/sustainability/assets/blockchain-for-a-better-planet.pdf>
- PwC. (2018a). Blockchain is here. What's your next move?
- PwC. (2018b). The Essential Eight. PwC. Retrieved from <https://www.PwC.com/gx/en/issues/technology/essential-eight-technologies.html>
- PwC. (2018c). Blockchain is here. What's your next move? Retrieved from <https://www.PwC.com/gx/en/issues/blockchain/blockchain-in-business.html>
- PwC. (2018d). The macroeconomic impact of artificial intelligence.
- PwC. (2019a). Increased certainty and accuracy about the impacts. Retrieved September 13, 2019, from <https://www.PwC.co.uk/issues/megatrends/climate-change-and-resource-scarcity.html>
- PwC. (2019b). Rapid urbanisation. Retrieved September 12, 2019, from <https://www.PwC.co.uk/issues/megatrends/rapid-urbanisation.html>
- Quamtra Smart Waste Management. (2019). Quamtra Smart Waste Management. Retrieved October 3, 2019, from <https://wellnesstg.com/solucion/quamtra-smart-waste-management/>
- Ransbotham, S.; Khodabandeh, S; Fehling, R.; LaFountain, B& Kiron, D. (2019). Winning with AI. MIT Sloan Management Review.
- Rogers, E. (2003). Diffusion of innovation.

- Rojo, M. Á. (2019). Blockchain: visión tecnológica. Deloitte. [blockchain-impact-moving-beyond-hype.pdf](#)
- Rusell, S. (2016). Fundamental Issues of Artificial Intelligence. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-26485-1>
- Russell, S., & Norvig, P. (2018). Artificial Intelligence - A starter guide to the future of business. (December), 112. Retrieved from <https://www.acs.org.au/content/dam/acs/acs-publications/ACS>
- Santhana, P., Dalal, D., Mapgaonkar, D., & Piscini, E. (2018). Blockchain to blockchains: Broad adoption and integration enter the realm of the possible. Deloitte Insights.
- Seretakis, A. L. (2019). Blockchain, Securities Markets, and Central Banking. In *Regulating Blockchain* (pp. 213–228). <https://doi.org/10.1093/oso/9780198842187.003.0012>
- Shieber, J. (2017), “Gem looks to CDC and European giant Tieto to take Blockchain into healthcare”, Tech Crunch. Retrieved from. <https://techcrunch.com/2017/09/25/gem-looks-to-cdc-and-european-giant-tieto-to-take-blockchain-into-healthcare/>
- Shoham, Y., Perrault, R., Brynjolfsson, E., Clark, J., Manyika, J., Niebles, J. C., ... Bauer, Z. (2018). Artificial Intelligence Index Annual Report. Stanford University, 1–94. Retrieved from [http://cdn.aiindex.org/2018/AI Index 2018 Annual Report.pdf](http://cdn.aiindex.org/2018/AI%20Index%202018%20Annual%20Report.pdf)
- SingularityNET. (2019). SingularityNET. Retrieved from <https://singularitynet.io/>
- Stanford. (2019). Blockchain for social impact 2019. Retrieved from: [https://www.gsb.stanford.edu/sites/gsb/files/publication-pdf/study-](https://www.gsb.stanford.edu/sites/gsb/files/publication-pdf/study-blockchain-impact-moving-beyond-hype.pdf)
- Statista. (2019b). Number of Blockchain wallet users worldwide from 3rd quarter 2016 to 3rd quarter 2019. Retrieved from <https://www.statista.com/statistics/647374/worldwide-blockchain-wallet-users/>
- Suaznábar, C. (2019). Blade Runner y la regulación de tecnologías emergentes. Retrieved November 18, 2019, from Puntos sobre la i - Blog BID website: <https://blogs.iadb.org/innovacion/es/regulacion-de-tecnologias-emergentes/>
- SynchroniCity. (2019). SynchroniCity. Retrieved September 18, 2019, from <https://synchronicity-iot.eu>
- TechTarget. (2019). Internet of things (IoT). Retrieved July 15, 2019, from <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>
- UN (2016a) Energía asequible y no contaminante. Retrieved from <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/energy/>
- UN (2016b) Salud y bienestar: porque es tan importante, retrieved from https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/3_Spanish_Why_it_Matters.pdf
- UN (2016c) Hambre cero: por qué es importante. Retrieved from https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/wp-content/uploads/sites/3/2016/10/2_Spanish_Why_it_Matters.pdf
- UN ESCAP. (2018). Frontier Technologies for Sustainable Development in Asia and the Pacific.

- UNDP, & WEF. (2019). Reshaping global value. Technology, Climate, Trade-Global value chains under pressure. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_Reshaping_Global_Value_Report.pdf
- USA Department of Homeland Security. (2018). Blockchain and Suitability for Government Applications. Retrieved from https://www.dhs.gov/sites/default/files/publications/2018_AEP_Blockchain_and_Suitability_for_Government_Applications.pdf
- Varindia. (2019). Why Artificial Intelligence in Cyber Security is Need of the Hour. Retrieved from <https://www.varindia.com/news/why-artificial-intelligence-in-cyber-security-is-need-of-the-hour>
- Verdú, M. (2018). DATA SECURITY ESSENTIAL FOR THE CONVERGENCE OF IOT, AI AND BLOCKCHAIN. IOT Solutions World Congress. Retrieved from <https://www.iotsworldcongress.com/data-security-essential-for-the-convergence-of-iot-ai-and-blockchain/>
- Vertica (2018). Retrieved from: <https://www.vertica.com/resources/>
- Volini, E., Schwartz, J., Roy, I., et al. (2019). Leading the social enterprise: Reinvent with a human focus. Leading the Social Enterprise: Reinvent with a Human Focus. 2019 Deloitte Global Human Capital Trends, 112.
- Vyas, D., Bhatt, D., & Jha, D. (2016). IoT: Trends, Challenges and Future Scope. International Journal of Computer Science & Communication, 7(1), 186-197.
- WEF. (2017). Global Agenda Sustainable Development Impact Summit 2017 Report. Retrieved from: http://www3.weforum.org/docs/WEF_SDIS17_report.pdf
- WEF. (2018a). Building Block(chain)s for a Better Planet. World Economic Forum. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_Building-Blockchains.pdf
- WEF. (2018b). Innovation with a Purpose: The role of technology innovation in accelerating food systems transformation. Retrieved from: http://www3.weforum.org/docs/WEF_Innovation_with_a_Purpose_VF-reduced.pdf
- WEF. (2019a). Shaping the Sustainability of Production Systems: Fourth Industrial Revolution technologies for competitiveness and sustainable growth. Retrieved from http://www3.weforum.org/docs/WEF_Shaping_the_Sustainability_Production_Systems.pdf
- WEF. (2019b). The Global Competitiveness Report.
- WFP. (2019), Building Blocks, Blockchain for Zero Hunger. Retrieved from <https://innovation.wfp.org/project/building-blocks>
- WIPO. (2017). Intangible Capital in Global Value Chains. Ginebra. [Accessed 1 nov. 2019].
- WIPO. (2019). WIPO Technology Trends 2019: Artificial Intelligence. In Geneva: World Intellectual Property Organization. Retrieved from https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/en/wipo_pub_1055.pdf
- Woetzel, J., Remes, J., Boland, B., Lv, K., et al. (2018). Smart Cities: Digital Solutions for a More Livable Future. McKinsey & Company, (June), 152. Retrieved from https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/industries/capital_projects_and_infrastructure/our_insights/smart_cities_digital_solutions_for_a_more_livable_future/mgi-smart-cities-full-report.ashx

- World, C. to I. the S. of the. (2019). White Paper A Framework for Developing a National Artificial Intelligence Strategy Centre for Fourth Industrial Revolution. Geneva.
- Yaga, D., Mell, P., Roby, N., & Scarfone, K. (2018). Blockchain Technology Overview. National Institute of Standards and Technology.
- Zhou, W., Jia, Y., Peng, A., Zhang, Y., & Liu, P. (2018). The Effect of IoT New Features on Security and Privacy: New Threats, Existing Solutions, and Challenges Yet to Be Solved. IEEE Internet of Things Journal, 1-1. doi:10.1109/jiot.2018.2847733



PARA:

El futuro
es de todos

MinTIC

Colombia
CENTRO PARA LA CUARTA INDUSTRIAL REVOLUCIÓN

OPERA:

ruta 71
MEDELLÍN
CENTRO DE INNOVACIÓN Y TALENTO

VISA